

Középiskolai Kémiai Lapok



XLII.

2015/1.



Zagyi Péter

Hármas kötés

Egy budapesti gimnáziumban végzett nem reprezentatív (2 fő megkérdezésével történt) közvélemény-kutatás szerint a diákok kedvenc kovalens kötése a hármass kötés.

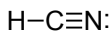
Ebben a cikkben a teljesség igénye nélkül megpróbáljuk áttekinteni a hármass kötés előfordulásának különböző lehetőségeit az ismert molekulákban. Eközben belebotlunk majd néhány érdekességbe, elbizonytalanodunk a tekintetben, hogy tudjuk-e egyáltalán mi az a kovalens kötés, végül pedig megpróbálunk megfejtetni egy régóta lappangó rejtélyt.

A hármass kötésről mindenkinek a nitrogén és az acetilén molekulája jut eszébe. Nem véletlenül: a nitrogén és a szén azok az atomok, amelyek élen járnak a hármass kötés kialakításában. Vizsgáljuk meg, milyen közeli rokonságban is van a fent említett két molekula!

Először is vegyük észre, hogy mindkét molekulában 14 elektron található, sőt ebből mindkettőben 8 vegyértékelektron. Nem véletlen, hogy mindkettőnek 4 vonal van a szerkezeti képletében. Aztán vegyük az acetilén molekuláját. Képzeletben fogjuk meg az egyik hidrogénatom atommagját, és gyúrjuk bele a mellette lévő szénatommagba. A kötő elektronpár nemkötővé változik, és már kész is a nitrogénatom. Ugyanezt elvégezve a másik hidrogénatommal, kész a nitrogénmolekula.

Ennek megfelelően bizonyára azt várjuk, hogy a két anyag tulajdonságai is hasonlítanak egymásra. Mindkettő gáz-halmazállapotú szobahőmérsékleten, a nitrogén forráspontja $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; légköri nyomáson ezen a hőmérsékleten cseppfolyósodik a tiszta nitrogén. Folyékony acetilén azonban légköri nyomáson nem létezik, legalább $1,27\text{ atm}$ nyomás szükséges a cseppfolyósításhoz, ami ez esetben $-80,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on következik be. A szilárd nitrogén $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on olvad meg, míg a szilárd acetilén csak $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szublimál (légköri nyomáson). Ahhoz képest, hogy moláris tömegükben alig van eltérés, és mindkettő apoláris molekulákból áll, ez elég nagy különbség. Ha pedig a kémiai tulajdonságok terén próbálkozunk az összehasonlítással... de erről majd később.

Megpróbálhatnánk a fentebb leírt képzeletbeli atomátalakítást úgy is, hogy azt az acetilénnek csak egyik hidrogénatomjával végezzük el. Ekkor a HCN összegképletű anyagot kapjuk, a hidrogén-cianidot, más néven ciángázt (**1**).

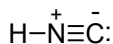


1

Ez egy 25,6 °C-os forráspontú, halványkék színű, nagyon illékony folyadék. Régebben elterjedten használták rá a kéksav elnevezést is, utalva arra, hogy vizes oldatban gyenge savként viselkedik, ill. sókat képez. De érdekes módon nem azért „kék”, mert a folyadék halványkék, hanem azért, mert a berlini kék nevű szép kék színű pigmentből (festékanyagból) állították elő elsőként. (A berlini kék a hidrogén-cianid savmaradékionjának, a cianidionnak egy komplex vegyülete, képlete $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.) A cián, ill. cianid elnevezés is ebből származik: κύανος (ógörög) = sötétkék.

Tulajdonságai közül messze a legismertebb a mérgező hatása, ami nem csak a tiszta hidrogén-cianidot, de a sóit is jellemzi (több komplexét, így pl. a berlini kéket viszont nem). Kb. 0,2 % HCN-tartalom a levegőben már 1 percen belül halálos lehet. Igazi veszélyét azonban az jelenti, hogy a vizsgálatok szerint az emberek jó része – genetikai okokból – ilyen koncentrációban még nem érzi a szagát (keserűmandulára emlékeztet egyébként).

Érdekes továbbá, hogy létezik a molekulának egy izomerje is, a hidrogén-izocianid (**2**). Normál körülmények között gyakorlatilag elhanyagolható mennyiségben van jelen a hidrogén-cianid mellett (és természetesen tisztán nem is állítható elő), nagyon alacsony hőmérsékleten és nyomáson viszont számolnunk kell ezzel is. Ezért lehetséges, hogy a csillagközi térben kimutatható, sőt ott az egyik leggyakoribb háromatomos molekula.

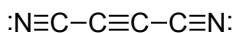


2

Az acetilén $-\text{C}\equiv\text{C}-$ egységének és a cianidok $-\text{C}\equiv\text{N}$ csoportjának különféle kombinációi további érdekes vegyületekhez vezetnek.

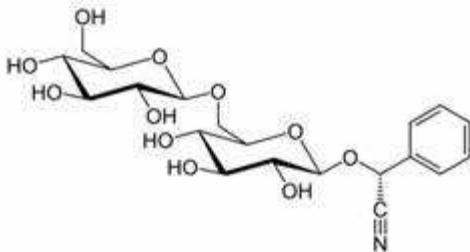
A $\text{--C}\equiv\text{C--}$ atomcsoportok egymáshoz kapcsolása különböző, egyre nagyobb széntartalmú molekulákhoz vezet, sőt végeredményben akár az elemi szén egy új módosulatához is eljuthatunk. Vannak arra utaló kísérleti bizonyítékok, hogy kis mennyiségben már elő is állítottak ilyen szenet, de ez a kérdés egyelőre nem teljesen tisztázott.

A diciano-acetilén (3) nevű anyag a három darab hármas kötésén kívül arról nevezetes, hogy oxigénben égetve közel 5000 °C-os láng-hőmérséklet érhető el, ami az összes ismert anyag közül a legmagasabb érték. Köszönhető ez elsősorban a vegyület meglehetősen nagy képződéshőjének (+500 kJ/mol).



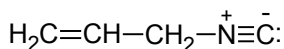
3

A kovalens kötéssel kapcsolódó ciano- ($\text{--C}\equiv\text{N}$) és izociano ($\text{--N}\equiv\text{C}$) csoport számos vegyületben megtalálható, ezek közül jó néhány a természetben is előfordul. A leghíresebb ezek közül a keserűmandulában vagy a sárgabarack magjában előforduló amigdalín (4). Nagyanyáink is jól tudták, hogy ezekből nem szabad túl sokat megenni (főleg gyerekeknek!), mert mérgezőek. Valóban, az amigdalínból az emésztőrendszerben hidrogén-cianid képződik.



4

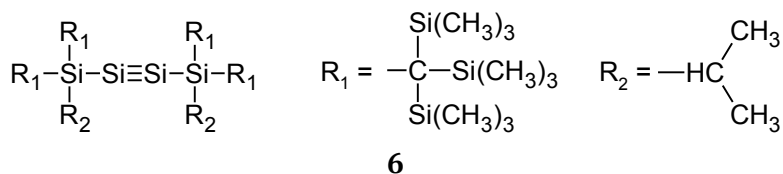
A kis szénatomszámú izocianidok – mint pl. az allil-izocianid (5) – sokat látott (és szagolt) vegyészek szerint a létező legbűdösebb anyagok. Használatuk még vegyi fegyverként is szóba került (mint halált nem, csak harcképtelenséget okozó anyag).



5

Ha szeretnénk továbblépni, és nem kizárólag szén- és nitrogénatomok által létrehozott hármas kötéseket vizsgálni, két úton is elindulhatunk. Az egyik kézenfekvőnek tűnik: nézzük meg a 4., ill. 5. főcsoport nagyobb rendszámú elemeit.

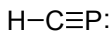
Nos, ennek az útnak elég hamar a végére fogunk érni. A jelöltek (a harmadik periódusból a Si és a P) ugyanis nem mutatnak különösebb hajlandóságot hármas kötés kialakítására. Erről már a középiskolai kémiaórákon is hallhatunk: a nagyobb atomtörzs és a kisebb elektronegativitás nem kedvez a többszörös kovalens kötés kialakulásának. $\text{Si}\equiv\text{Si}$ kötést tartalmazó stabil vegyületet (**6**) csak 2004-ben sikerült izolálni, $\text{Si}\equiv\text{C}$ kötést tartalmazót pedig csak 2010-ben.



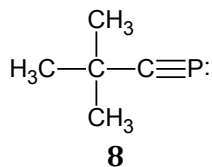
A **6** vegyület térszerkezete érdekes lehet a kémiában jártasaknak: a $-\text{Si}-\text{Si}\equiv\text{Si}-\text{Si}-$ molekularészlet a várakozással ellentétben nem lineáris.

A foszforral sem jobb a helyzet. Például a nitrogénmolekulával analóg P_2 molekula létezik ugyan, de csak magas hőmérsékleten (fehérfoszfor 1000 °C körüli hőmérsékletre történő hevítésével állítható elő). A közelmúltban sikerült lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten is előállítani, de csak mint igen reaktív köztiterméket.

A $\text{C}\equiv\text{P}$ kötést tartalmazó vegyületek is meglehetősen különlegesek. A legegyszerűbbet, a hidrogén-cianid analógját (**7**) 1961-ben állították elő, mint rendkívül reakcióképes anyagot, ami csak nagyon alacsony (–120 °C alatti) hőmérsékleten létezik. Érdekes, hogy ennek a vegyületnek az előállításával már jóval korábban is próbálkoztak, többek között Vera Bogdanovszkaja, az első orosz vegyész nő is dolgozott ezen. Tragikus véget ért a kísérletezés: 1896-ban, 29 éves korában meghalt egy robbanás következtében, épp, amikor a HCP-t szeretne volna előállítani.

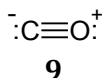


Az elsőként előállított, szobahőmérsékleten is létképes származék *terc*-butil-csoportot tartalmaz (**8**).



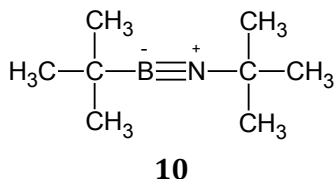
Nagyobb rendszámú atomok esetén (Ge, Sn, Pb, ill. As, Sb, Bi) még kisebb stabilitásra kell számítanunk, de azért néhány hármas kötést tartalmazó molekulát a közelmúltban elő tudtak állítani ezekkel az atomokkal is. (Szobahőmérsékleten, makroszkopikus mennyiségben nyerhető ilyen anyagról egyelőre ne is álmodjunk.)

A másik út furfangosabb. Tekintsük a nitrogénmolekulát! 14 elektron van benne. Cseréljük le az egyik nitrogénatomot szénatomra, a másikat pedig oxigénatomra! Ezzel az elektronszám, sőt a vegyértékelektronok száma sem változik meg. Vajon a hármas kötés is megmarad? Persze, hiszen ez a szén-monoxid-molekula (**9**)!



A képletet leggyakrabban a töltések feltüntetése nélkül rajzolják fel, ami pusztán a vegyértékelektronok számát tekintve hibás. Azonban az oxigénatomnak sokkal nagyobb az elektronegativitása, mint a szénatomnak, így az elektronhiányt majdnem teljesen kompenzálni tudja. De csak majdnem: a szénatom „marad” a dipólus negatív fele. A molekula egyébként csak kissé dipólus, a dipólusosságot jellemző dipólusmomentuma mindössze kb. 6 %-a a vízmolekuláénak.

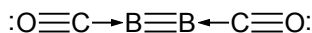
Most vegyük elő az acetilénmolekulát! Itt a $\text{C}\equiv\text{C}$ atompárt kellene helyettesíteni, kézenfekvő módon $\text{B}\equiv\text{N}$ atompárral. Bár magának az acetilénnek az analógja (HBNH) nem ismert, a *terc*-butil-csoportok szokás szerint jó szolgálatot tesznek a stabilizálásban (**10**).



Érdekes, hogy gázfázisban létezik az egyszerű BN molekula is. Ezzel kapcsolatban a következő bekezdésben a nyugalom megzavarására alkalmas állítás szerepel, annak elolvasását csak erős idegzetűeknek ajánljuk.

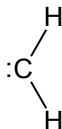
A BN molekulában – bizonyos számítások szerint – négyszeres kötés található.

Néhány évvel ezelőtt a bór újabb érdekességgel szolgált a kémikusok számára. Sikerült előállítani olyan molekulát, amelyik $B \equiv B$ hármas kötést tartalmaz. A bóratom elektronhiányos jellege miatt (ne feledjük: ez nem azt jelenti, hogy pozitív töltésű lenne; az elektronhiány az oktetthez képest jelentkezik, hiszen a bóratomnak csak három vegyértékelektronja van) ilyen csak valamilyen elektronban gazdag partner segítségével lehet stabilizálni. 2002-ben állították elő a viszonylag egyszerű OCBBCO molekulát (**11**), 8 K alatti hőmérsékleten.



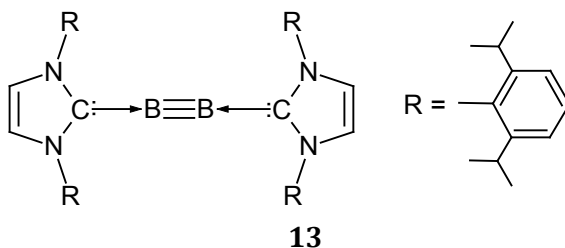
11

Hogy ennél valamivel „masszívabb” szerkezetet kapjunk, ami esetleg 8 K fölött is megmarad, jobban meg kell támogatni a bóratomokat nagy elektronhiányukban. Ezért aztán kerestek még erősebb elektrondonor molekulát. A választás az ún. karbénekre esett. A karbének olyan (általában nagyon instabil) molekulák, amelyekben a szénatomnak van egy nemkötő elektronpárja. Az alapvegyület a nem izolálható CH_2 (**12**).



12

Stabilabb karbének is léteznek. Egy ilyennel sikerült szobahőmérsékleten is stabil, $B \equiv B$ hármas kötést tartalmazó anyagot (**13**) előállítani (2012-ben).



A hármas kötések világának egy teljesen más földrészére is ellátogathatunk pár sor erejéig. Ez azonban egy nagyon különleges vidék. A d-mezőbeli fématomok által létrehozott többszörös kötések földje. Reményeink szerint e lap hasábjain lesz még módja ezzel kapcsolatban hűledezni az Olvasónak; most csak egyetlen példát tekintünk, elbizonytalanításképpen.

Léteznek szén-arany kötést tartalmazó molekulák. Néhány ilyenre mutat példát a következő táblázat, benne az Au-C kötésfeszítési energia értékével (amit kvantumkémiaili módszerekkel számítottak ki).

	Cl-Au-C≡CH-	Cl-Au=CH ₂	Cl-Au≡C
$E_{\text{köt}}$ (kJ/mol)	481	336	317

Egyfelől láthatjuk, hogy az aranyatom 2, 3 vagy 4 kovalens kötést is kialakíthat (ami az elektronszerkezetét figyelembe véve legalábbis furcsa), másfelől pedig az a megdöbbentő tény olvasható ki az adatokból, hogy a kötésenergia annál kisebb, minél nagyobb a kötésrend. (A kötésrend tulajdonképpen azt jelenti, hogy hányszorosa a kötés.) A furcsa jelenségre még a kvantummechanika sem tud magyarázattal szolgálni, itt már a relativitáselméletet is segítségül kellene hívnunk.

A nitrogén- és acetilénmolekula megnyugtató világából, ahol még tudtuk mik azok a vonalak a betűk között, néhány perc alatt eljutottunk a kémia Szküllája és Kharüdisze közé. Reményeink szerint ez nem elrettenti, sokkal inkább arra ösztönzi az Olvasót, hogy még mélyebbre ássa magát a kémiai kötések sötét bugyraiban. Például az egyetemi tanulmányai során. Van még felfedeznivaló bőven!

Zárásképpen mégis evezzünk vissza a nyugodtabb vizekre, és oldjuk meg a bevezetőben ígért lappangó rejtélyt.

Íme két elég jól ismert állítás:

A nitrogén nagyon kevésbé reakcióképes anyag, mivel molekulájában hármas kötés található, amit nehéz felszakítani.

Az acetilén meglehetősen reakcióképes anyag, mivel molekulájában hármas kötés található, ami könnyen felszakad.

A hármas kötés jelenléte tehát egyszer a reakcióképtelenség, másszor a reakcióképesség okaként tűnik fel. Hogyan lehetséges ez?

Mindenekelőtt tisztázzuk, hogy a két anyag reakcióképességére vonatkozó állítások messzemenőig igazak. Mindenki tudja, hogy milyen nehéz reakcióba léptetni a nitrogént oxigénnel, miközben az acetilén égése közönséges körülmények között könnyedén végbemegy. A nitrogén és a hidrogén reakciója extrém körülményeket igényel még hatékony katalizátor jelenlétében is. Az acetilén hidrogénezését (szintén katalizátorral) akár szobahőmérséklet és légköri nyomás közelében is meg lehet valósítani. A nitrogént gyakorlatilag tetszőleges nyomásra lehet komprimálni, semmi izgalmas nem történik vele (leszámítva, hogy 1 millió atmoszféra körüli nyomáson atomrácsos módosulattá alakul – na jó, azért ez több is mint izgalmas); míg az acetilént nem nagyon érdemes összenyomni: 2 atm körüli nyomáson a gáz már nagyon könnyen felrobban (magától, nem kell hozzá levegő!).

Ahhoz, hogy megértsük a két anyag viselkedése közötti eltérést, vizsgáljunk meg néhány kötésienergia-értéket!

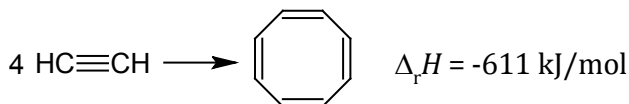
Kötésfelszakítási energiák (kJ/mol)
(a jelzett kötésre vonatkozóan)

CH ₃ –CH ₃ 368	CH ₂ =CH ₂ 682	CH≡CH 962
NH ₂ –NH ₂ 251	NH=NH 511	N≡N 946

Első ránézésre nincs itt semmi meglepő. A hármas kötés erőssége nagyon hasonló, ami még tovább nehezíti a magyarázatot.

Mivel is magyarázzák a szerveskémia-tankönyvek az acetilén reakcióképességét? Azzal, hogy a hármas kötés erős ugyan, de

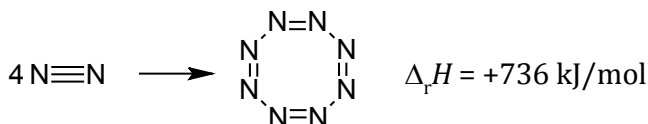
energetikailag mégis kedvezőbb a kétszeres, még inkább az egyszeres kötés kialakítása, hiszen egy hármas kötés kevesebb, mint háromszor olyan erős, mint egy egyszeres. Jól mutatja ezt a következő reakció energiafelszabadulása, amelyben az acetilén hármas kötése kettős és egyes kötéseké alakulnak:



Valóban: $3 \cdot 368 \text{ kJ/mol} > 962 \text{ kJ/mol}$, ill. $1,5 \cdot 682 \text{ kJ/mol} > 962 \text{ kJ/mol}$. Ezek szerint energetikailag „megéri” a hármas kötések kétszeresre vagy egyszeresre cserélni.

Ugyanez a helyzet, ha nem C–C, hanem C–H kötésre cserélünk. A $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ folyamat reakcióhője -311 kJ/mol .

De mi a helyzet a nitrogénnel? Itt is megéri a hármas kötetst egyszerre vagy kettesre cserélni? A következő példa teljesen hipotetikus, de a lényegét megmutatja. (Az alábbi N_8 képletű molekula nem létezik. A benne lévő N–N és N=N kötések kötésfeszítési energiáit durva közelítésként egyenlőnek vettük a táblázatban szereplő értékekkel. Emiatt a reakcióhő kiszámolt értéke is tájékoztató jellegű, csak nagyságrendileg helyes.)



Nem éri meg!

$3 \cdot 251 \text{ kJ/mol} < 946 \text{ kJ/mol}$, ill. $1,5 \cdot 511 \text{ kJ/mol} < 946 \text{ kJ/mol}$.

És az is várható, hogy nem éri meg az N–H kötésre történő csere sem: az $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ folyamat reakcióhője $+95 \text{ kJ/mol}$.

A szénatomoknak tehát kedvező a hármas kötés lecserélése egyszeresre, a nitrogénatomoknak nem. Ha a nitrogénmolekulával kezdeni akarunk valamit kémiai reakcióban, *mindegyik* kötését fel kell szakítani. Így energetikai (termodinamikai) szempontból kedvező folyamatok játszódhatnak le, ezeknek azonban hatalmas lesz az aktiválási energiája.

Ez tehát a két molekula eltérő viselkedésének egyszerű magyarázata. Azért az egyszerű, mert a kémiai folyamatok végbemenetelét nem csak az energiaminimumra való törekvés határozza meg, más tényezők is szerepet játszanak. De azért így is közelebb jutottunk az igazsághoz.

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Kóczán György, peptidkémikus

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai diákolimpián/OKTV-n?

1989-ben és '90-ben is sikerült az OKTV első 10 helyezettje közé jutnom és így részt vehettem az olimpiai előkészítőkön. Első alkalommal pár ponttal lemaradva éppen kiestem a csapatból, de '90-ben kijutottam Párizsba, ahol arany diplomát nyertem. Érdekes finctora a sorsnak, hogy Magyarfalvi Gáborral, aki korábban egy-két ponttal „kiejtett”, azóta is együtt dolgozunk az olimpikonok felkészítésén, és már több olimpián is sikerült közösen részt vennünk – igaz, én leginkább kísérőtanárként vagy szervezőként kapcsolódtam be a munkába.



Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

A pécsi Nagy Lajos Gimnáziumba jártam, ahol olyan legendás tanárokhöz volt szerencsém, mint a Györkő házaspár, vagy kémia-tanárom, Kromék Sándor. Így visszagondolva az a furcsa, hogy bár tudtuk, hogy ők nemcsak szakmailag, de emberileg is a maximumot nyújtják, valahogy mindez egészen hétköznapi dolognak tűnt, mintha ez lett volna a normális. Csak évekkel később, már az oktatásba belekóstolva döbbsentem rá, hogy nem, ez nem „normális”, ez valami egészen kivételes dolog volt. Ilyen tanárok még a miénknél sokkal szerencsésebb oktatási rendszerekben is ritkák, ilyen iskola sajnos nagyon kevés diáknak adatik meg.

Sokat lehetne tanárain egyéni, emberséges, bölcs, ugyanakkor szabályokat kevésbé tisztelő módszereiről mesélni, de egy dolgot mindenképpen kiemelnék: mi nem *órára jártunk*, nekünk az anyagot nem *leadták*, minket nem *oktattak*, hanem *tanultunk*. És élveztük minden percét. Kromék tanár úr tanított meg rá, hogy egy diák még az

elrontott kísérletből is milyen sokat profitál, vagy például abból, ha ő készíti elő a kísérletet (így aztán nem véletlen, hogy minden szabadidőnket a kémia szertárban töltöttük). Ha a tanár úr lusta volt, akkor előfordult, hogy a szomszédunk dolgozatát nekünk kellett kijavítani. Lehet, hogy egy picit jobb jegyet kapott, de megtanultuk, hogy mennyire fontos a gondolatok rendezett leírása. Amikor ma érthetetlen, követhetetlen dolgozatokat javítok, sokszor eszembe jut: egy dolgozat kijavítása sokszor többre megtanít, mint a megírása.

Ilyen tanárok mellett persze nem meglepő a sok versenyeredmény: a padszomszédom is részt vett a diákolimpián, de ami igazán fontos: egy generációnyi diák úgy végzett, hogy tudtak és szerettek természet-tudományos módon gondolkodni, és élvezték a kihívásokat.

Milyen indíttatásból kezdte el a kémiával komolyabban foglalkozni?

Talán 8 éves voltam, amikor a kezembe került Stefan Sekowski *Kísérletezzünk otthon!* című könyve, és ez lényegében eldöntötte a kérdést. A könyv letehetetlen, elcsábít, nemcsak megtanít kísérletezni, de a világot is teljesen máshogy látja tőle az ember: megtanulja észrevenni a jelenségeket, értelmezni a tapasztalatokat, és levonni a következtetéseket. Természettudóssá nevel 200 oldalon át.

Az, hogy egy természettudósból végül madarász lesz vagy vegyész, az alighanem csak a véletlen műve. De ha valaki egyszer ráérez a tudomány szépségére, abból így vagy úgy, de végül tudós lesz, bármilyen pályán is köt ki. Ma egy kísérlet előtt lényegében ugyanazt érzem, mint amikor 10 évesen először szárítottam pirofóros vasnak való vas-oxalátot, vagy irtottam ki majdnem a családomat acet-aldehiddel, hisz ugyanúgy kísérletezek, mint 30 éve. Bármilyen probléma adódik a munkám vagy az életem során, pontosan ezzel a gyerekként megtanult stratégiával és lelkesedéssel állok neki.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Meg kell mondanom, hogy bár az OKTV és a diákolimpia szervezésében is részt veszek, nem vagyok igazán híve a versenyeknek. A tudományt nem lehet versengve művelni: kooperációra van szükség, hisz az eredmények egymásra épülnek. A tudományos tevékenység öröme

nem a mások legyőzéséből fakad, nem a többiek elismerése a fontos, hanem maga a probléma, a megoldás szépsége adja azt.

A diákolimpián is az igazi élményt, a legemlékezetesebb pillanatokat nem a díjkiosztó jelenti, hanem az az út, ami odáig vezet: a felkészülés, kísérletek, feladatok, a verseny ehhez csak egy keret. Vagyis maguk az eredmények nem igazán inspiráltak – annál inkább az odáig vezető út.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Kalandos évek állnak mögöttem: Először két évig orvosegyetemre jártam, majd az ELTE vegyész szakán diplomáztam. Már másodéves koromtól egyénileg is kutattam az egyetemen működő Peptidkémiai Kutatócsoportban, ahol nagyon hamar szabad kezet kaptam: kisebb témákat önállóan dolgozhattam fel. Az egyetem után, a doktori képzést is a csoportnál folytattam.

A nyugodt egyetemi karrierhez azonban túlzottan is kalandor típusú voltam: tíz évet más, sokszor egészen vad munkahelyeken töltöttem el, legtöbbször mint saját magam főnöke: volt környezetvédelmi cégem, dolgoztam aranykereskedőknél, barátaimmal vettem bankot (nagyon kicsi bankot).

A kutató személyiség ezeken a munkahelyeken is mindig hasznosnak bizonyult: az arany kinyerése valami hulladékból vagy egy döggút kármentesítése sima kémia (bár ez utóbbi nagyon bűdös). És egy bank pénzügyi átvilágítása sem különbözik sokban a tizedmólos kénsav pH-jának kiszámításától.

Két éve félállásban visszatértem a peptidkémiahoz, a másik félben pedig továbbra is élvezem a vállalkozói lét izgalmait és változatosságát.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

A tudományos kutatásban az az egyik nagyon szép dolog, hogy az eredmények egymásra épülnek: „egymás vállán állunk”. Egy kutató rengeteget tanul nemcsak mestereitől, hanem távolabbi kollégáitól, de a tanítványaitól is. Nem emelnék ki senkit, hisz nagyon sok példaképem van: lassan húsz éve foglalkozom peptidkémiaiával, így egy kicsit részese lettem a nagy peptides műhelynek, nagy elődökkel, csodálatos eredményekkel. Kevesen tudják, de a magyar peptidkutatásnak nincs

szégyenkezni valója: a világ élvonalához tartozik, és ezért nagyon sok mindenkire lehetünk méltán büszkék.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Szerezzék meg Sekowski könyvét! Ha máshogy nem megy, lopják el, pár hónap „javítót” simán megér. És kísérletezzenek! Tudom, hogy először mindenki a robbantgatásra gondol, ha kémiáról van szó, és talán mindenki így is kezdi. Nem baj, hisz hamar eljut oda az ember, hogy egy egyszerű kristályosítás, csapadékos reakció, vagy egy növényi festék izolálása már sokkal izgalmasabb kihívást jelent.

A lényeg az, hogy ne higgyük el a könyvekben leírt elméleti modelleket: próbáljuk ki, csináljuk meg, ellenőrizzük le! A természettudomány lényege az, hogy lássuk meg a jelenséget (kísérlet), és vonjuk le a következtetést (elmélet, modell). A sorrendet nem szabad megfordítani, és a modellt sosem szabad a jelenség ismerete nélkül elfogadni.

Soha nem lesz senkiből úgy természettudós, hogy heteken át *gyengesav-pH-ja-három-buta-adatból* típusú feladatokat old meg. Csináljon először indikátort vöröskáposztából, gyenge savat citromból, titrálja sziksóval. Aztán persze dolgozza fel az eredményeit: értse meg, hogy honnan jön a pK fogalma. A feladatmegoldás után már gyerekjáték lesz.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad a KÖKÉL olvasói?

Tudtam, hogy egyszer eljön az idő, amikor megkérdezik idős Kóczán bácsit, hogy mit üzen a fiataloknak. És már előre eldöntöttem, hogy valami olyasmit mondok majd, hogy „*punks are not dead*”.

Aztán eszembe jutott az, hogy ha valaki idáig elolvasta a cikket, ráadásul gimnazistaként tudományos szaklapot olvas, akkor mégiscsak megérdemel egy tanácsot:

Az én korosztályom egy olyan világban nevelkedett, amikor a társadalom keményen ránk települt. A kormány, az iskola, a munkahely állandóan szabályokat, elvárásokat fogalmazott meg. Az ilyen szabályrendszer lehet, hogy a nagy átlag számára előnyös, de egy tehetséges, elkötelezett fiatal számára marhaság.

Nem szabad félni attól, hogy valaki a saját életét élje. Nem a többieknek kell elkápráztatni, megelőzni, hanem minél több igazi szépséget és izgalmat kell belezsúfolni az életbe. A tudomány, a tudományos gondolkodás erre csodálatos lehetőséget ad, érdemes kihasználni, és nem felülni eltorzult világunk buta cím-, és kitüntetésfetiszmusának. Kutatók akarjunk lenni és ne világhírű professzorok.

Az igazán szép felismerések alapja ugyanis gyakran valami egészen hétköznapi dolog. Olyasmi, ami mindenkinek az orra előtt van, de még senki nem vette észre. Én az eddigi pályafutásom során egy olyan tudományos probléma megoldására vagyok a legbüszkébb, ami alig haladja meg a gimnáziumi tananyagot és két éve az OKTV döntő előkészítése során merült fel:

Ha nikkkel-klorid oldathoz ammóniát adunk, akkor kialakul a sötétkék színű nikkkel-ammin komplex. Ezt a reakciót sok iskolában is bemutatják. Ami a meglepő, hogy ha ezt az oldatot állni hagyjuk, hamarosan kiválik egy halványzöld csapadék. Évente több száz kémiaórán megtörténik, de úgy tűnik, még senki nem fáradt azzal, hogy leírja, megmagyarázza, vagy legalább észrevegye. Mi válik ki? Mi történik?

A Ni-komplexben a nikkeliót a levegő oxigénje +3 oxidációs számúvá oxidálja, és a Ni^{3+} (komplex) oxidálja az oldatban lévő ammóniát (alighanem nitrogénné és vízzé). Összességében a nikkkel-ammin komplex katalizálja az ammónia levegő általi oxidációját. Csakhogy az ammónia elbomlása miatt idővel elbomlik maga a komplex is: kiválik a nikkkel-hidroxid csapadék. Tehát ez egy „öngyilkos komplex”, amit milliószor előállítottak, de ezt a tulajdonságát nem vették észre.

Amúgy számos nem „öngyilkos” rézkomplexet használnak pl. szennyvizek ammóniamentesítésére.

GONDOLKODÓ



Feladatok

**Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd,
Zagyi Péter**

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2015. február 9-ig postára adva a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatmegoldó pontverseny

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A borítékon tüntesd fel a feladatsor betűjelét is!

Elektronikusan az olimpia.chem.elte.hu honlapon keresztül küldhetitek be a megoldásokat. Kérjük, minden feladatot külön pdf fájlban, feladatkód_beküldő.pdf fájl névvel töltsetek fel. Beszkennelt kézírás esetén figyeljete a minőségre és az olvashatóságra (tisztá fehér lapra jól látható tintával írjatok)!

A31. Az élelmiszerek csípősséget az ún. Scoville-skálán mérik. A Scoville-érték egy mértékegység nélküli szám, ami azt mutatja meg, hogy a vizsgált mintát hányszorosára kell hígítani ahhoz, hogy a csípős ízt már éppen ne érezzük. Például egy Magyarországon erősnek ítélt zöldpaprika hozzávetőleg 1500-2500 értékkel jellemezhető.

a) *Vendel ilyen zöldpaprikából egy keveset tett a tányérjába szedett halászlébe, de csak alig-alig érezte csípősnek. Mekkora tömegű lehetett a paprikadarab?*

A Blair's Sauces & Snacks az Egyesült Államok egyik legnagyobb csípős szószokat gyártó cége. Vendel az interneten rendelt is az Ultra Death Sauce nevű termékükből (a Scoville-skálán 900 000 a csípőssége), valamint a Blair's 16 Million Reserve készítményből, ami nem más, mint tiszta kapszaicin. Ez az anyag felelős a különféle paprikák csípős ízéért. A tiszta kapszaicin Scoville-értéke 16 000 000, innen a név. (Az Erős Pista Scoville-értéke 1000 körül lehet.)

b) Hány gramm kapszaicint tartalmaz a 150 g-os kiszerezésű Ultra Death, ha feltételezzük, hogy csípősségért kizárólag ez az anyag felelős?

Vendel úgy gondolta, hogy egy evőkanál (kb. 10 g) Ultra Death csak jót tesz a karácsonyi halászlének. 5 liter volt a lé térfogata (nagymamáék is jöttek).

c) Mennyire érezték csípősnek a halászlét Vendelék (pl. a tiszta Erős Pistához képest)?

Nem a kapszaicin az egyetlen csípős ízű vegyület. Jelenlegi ismereteink szerint a reziniferatoxin nevű anyag (amely egy Afrikában honos kaktuszszerű növényben fordul elő) a legeslegcsípősebb: a tiszta vegyület Scoville-értéke kb. 15 milliárd.

d) Hozzávetőleg legalább hány reziniferatoxin-molekulának kell jelen lennie egy csepp (0,05 g) oldatban, hogy már érezzük a csípős ízét?

(Zagyi Péter)

A32. Egy közelmúltban végzett kutatás megerősíteni látszik azt a feltételezést, hogy a Római Birodalomban a gladiátorok rendszeresen ittak hamuból készült italt, ásványianyag-pótlásként, fájdalomcsillapítóként, ill. a csontok gyorsabb regenerálódásáért. (A hamuital fogyasztásáról több korabeli forrás is említést tesz.)

Egy, a mai Törökország területén, az egykori Ephesusz városában található temetőben gladiátorok és nem gladiátorok sírjait tárták fel, és a laboratóriumi vizsgálatok során azt találták, hogy a gladiátorok csontjaiban jóval nagyobb a stronciumtartalom, ill. a stroncium/kalcium arány, mint a nem gladiátorokéban. A magas stroncium-tartalmat korábbi kutatások tapasztalatai alapján egyértelműen a

növényi eredetű ételek túlsúlyával lehet magyarázni. Ez azonban gyakorlatilag minden ott előre jellemző volt. (Bizony, még a gladiátorok sem nagyon ettek húst vagy tejtermékeket.) A gladiátorok stronciumtöbbletét az okozhatta, hogy felgyorsult kalcium-anyagcsere mellett (ezt a jelentős fizikai igénybevétel idézhette elő) folyamatosan nagy mennyiségű növényi eredetű ásványi anyagot vettek magukhoz. Az ebben található stroncium pedig beépült a csontokba, a kalcium „helyére”. A számítások szerint napi 1 g hamu elfogyasztása már megmagyarázza a mérési eredményeket.

a) *1 g növény vagy 1 g növényi hamu tartalmaz több ásványi anyagot? Miért?*

b) *A gladiátorok itala tartalmazhatott ecetet is. Ebben az esetben analógiát fedezhetünk fel a ma használatos csonterősítő pezsgótablettákkal. Mitől pezsgett a gladiátorok hamuitala?*

Lássuk egy gladiátor és egy nem gladiátor combcsontjának mért kalcium- és stronciumtartalmát!

Gladiátor: 367,7 mg/g kalcium, 630,5 µg/g stroncium

Nem gladiátor: 374,5 mg/g kalcium, 264 µg/g stroncium

c) *Hányszorosa az $m(\text{Sr})/m(\text{Ca})$ arány a gladiátor csontjában a nem gladiátoréhoz képest?*

d) *Hányszorosa a $n(\text{Sr})/n(\text{Ca})$ arány a gladiátor csontjában a nem gladiátoréhoz képest?*

Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy a csontban a kalcium kizárólag hidroxipatit, azaz $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ formájában van jelen, és a stroncium ebbe épül be, a kalcium helyére.

e) *Mekkora a $\text{Sr}^{2+}/\text{PO}_4^{3-}$ anyagmennyiség-arány a gladiátor csontjában?*

(Zagyi Péter)

A33. Ma már jól ismert tény, hogy megfelelő körülmények között szénhidrogének hőbontásával (magas hőmérsékleten és kis nyomáson) gyémántréteg választható le különböző felületekre (CVD – chemical vapor deposition). Fontos azonban a leválasztáshoz használt gőz összetétele. Jól beváltak oxigéntartalmú szerves vegyületek is, de a

C:H:O anyagmennyiség-arány pontos beállítása elengedhetetlen. Sok esetben víz hozzáadásával kell elérni a megfelelő arányt.

Mexikói kutatók rájöttek, hogy a tequila pont jó lehet erre a célra (is). (A tequilából gyártott gyémánttal 2009-ben ki is érdemelték az Ig Nobel-díjat, a mulatságos vagy esetleg teljesen értelmetlen felfedezésekért járó „elismerést”).

- a) *Mi a C:H:O anyagmennyiség-arány a tequilában? (Tételezzük fel, hogy az ital csak vizet és 42 térfogatszázalék etil-alkoholt tartalmaz. Az esetleg szükséges további adatoknak nézz utána.)*
- b) *Mekkora felületre elegendő mennyiségű gyémántréteg készíthető egy „felesből”? (A gyémántréteg átlagos vastagságát vegyük 0,1 μm -nek, és tételezzük fel, hogy a tequila teljes széntartalma leválik gyémánt formájában.)*

(Zagyi Péter)

A34. A szilárd anyagok között feltehetően az alkálifémek formiátjainak és acetátjainak a legnagyobb az oldhatósága vízben. (A formiátion képlete HCOO^- , ez a hangyasav savmaradékionja, az acetátion képlete CH_3COO^- , ez az ecetsav savmaradékionja.)

A következő táblázat a kálium-, rubídium és céziumsók a vízben való oldhatóságát mutatja 20 °C-on és 90 °C-on, a telített oldat tömegszázalékában.

	formiát		acetát	
	20 °C	90 °C	20 °C	90 °C
kálium	76,8	86,8	71,9	79,9
rubídium	85,0	93,2	84,8	89,0
cézium	81,7	95,0	91,1	93,1

Melyik anyag tartja az oldhatósági rekordot 20 °C-on, ill. 90 °C-on a következő mértékegységekben mérve?

- a) *100 g vízben feloldható anyag tömege*
 b) *1 vízmolekulára jutó ionok száma*
 c) *anyagmennyiség-százalék*

(Zagyi Péter)

A35. Amióta felfedezték a fulleréneket, a vegyészek erős késztetést éreznek arra, hogy különféle atomokat, ill. molekulákat zárjanak be a fullerénketrecbe. Sikeresek voltak a próbálkozások például nemesgázatomokkal, nagy nyomáson.

A xenon esetén 3 kbar nyomáson C_{60} -ból kiindulva $5,2 \cdot 10^{-3}$ m/m% xenontartalmú anyagot tudtak előállítani.

- a) Egy xenonatomot tartalmazó fullerénmolekulára (így jelölik: $Xe@C_{60}$) hány üres jut ebben a mintában?
- b) Hélium esetén – kisebb mérete miatt – nagyobb arányt lehetett elérni, akár minden ezredik fullerénmolekula is képes héliumatomot magába zárni. Ebben az esetben hány tömegszázalék hélium-tartalom alakul ki?
- c) Egy elméleti szempontból is nagyon érdekes „ C_{60} -ketrec” belsejében két, egymással kovalens kötést kialakító atom (ha tetszik, molekula) található. A vegyület széntartalma 60,2 tömegszázalék. Mi lehet a két bezárt atom?

(Zagyi Péter)

K221. Vendel – miután az előző KÖKÉL-számban olvasott a dodekahedránról – még jobban utánanézett ennek az anyagnak, és kiderítette, hogy amerikai kutatóknak sikerült héliumatomot zárni a dodekahedrán-molekula belsejébe, ezzel létrehozva a világ legkisebb héliummal töltött „léggömbjét”. (Egy szénhidrogén-molekulába mindig csak egy héliumatom kerül.)

Noha Vendel tudta, hogy ez csak vicc, mégis megmozgatta a fantáziáját. Szerette volna például kiszámolni egy ilyen léggömb tömegét üresen és „megtöltve”.

- a) Milyen értékeket kapott?
- b) Az igazi héliumos léggömbben milyen ehhez képest az üres:tele tömegarány? (Ha szükséges, végezz méréseket!)

Még egy kérdés izgatta: mekkora lehet a nyomás a molekuláris lufi belsejében szobahőmérsékleten? Bár sejtette, hogy ennek a kérdésnek nincs igazán értelme, mégis kiszámolta, hogy mit mond erről az ideális gáztörvény. (Ehhez persze tudnia kellett a dodekahedránban a C–C kötéstávolságot, de gyorsan megtalálta az interneten: 0,155 nm. Aztán

már csak a dodekaéder térfogatképlete kellett, de azt sem tartott sokáig felkutatnia.)

c) *Mekkora nyomást számolt ki Vendel?*

(Zagyi Péter)

K222. A stronciumvegyületekről kémiakönyvekben gyakran állítják, hogy mérgezőek. A mérgező hatás természetesen függ a dózistól, mindenesetre érdekes, hogy kapható olyan fogkrém, amely 10 m/m% $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -t tartalmaz hatóanyagként. A stronciumionok ugyanis könnyen beépülnek a fogzománcba (a kalciumionokat helyettesítve), így segítik a fogzománc visszaépülését.

a) *Mekkora a kérdéses fogkrém stronciumtartalma tömegszázalékban?*

b) *Hány tömegszázalék stroncium-acetát-hemihidráttal lehetne elérni ugyanekkora stronciumtartalmat? (A hemihidráttban 1 mol só mellett 0,5 mol víz található.)*

c) *A nagy stronciumtartalmú fogkrémek nem tartalmazznak nátrium-fluoridot. Vajon miért?*

(Zagyi Péter)

K223. A borkedvelők jól ismerik az egyik leggyakoribb borhibát, a „dugóízt”. A dugóízért a 2,4,6-triklór-anizol nevű vegyület felelős, amely a gombaölőként használt 2,4,6-triklór-fenolból képződhet, ha a palackozáshoz használt parafa azt tartalmazta. A triklór-anizol (TCA) kellemetlen szaga rendkívül kis mennyiségben is érzékelhető: 4 ng/liter koncentrációnál a bor már kellemetlen ízű lesz.

A „dugós” bor megmenthető egy egyszerű módszerrel. Ha a bort polietilén palackba töltjük, a TCA-molekulák egy része adszorbeálódik a műanyag felületen, így a koncentrációja az észlelési határérték alá csökkenhet.

Egy üveg (0,75 l) dugós bort egy olyan polietilén palackba töltünk, amelynek belső felülete 1200 cm^2 . Néhány perc várakozás és rázogatós után a TCA koncentrációja 6 ng/l-ről 2 ng/l-re csökken.

Négyzetcentiméterenként hány TCA-molekula adszorbeálódott a polietilén felületén?

(Zagyi Péter)

K224. Jól ismerjük a kristályvíztartalmú vegyületeket. Azonban nemcsak vízmolekula épülhet be egy anyag kristályrácsába. Ebben a feladatban egy viszonylag különleges anyagot vizsgálunk: egy kémiai elem benzolszolvátját, vagyis egy olyan sztöchiometrikus összetételű anyagot, amelyben a kérdéses elem kristályrácsába benzolmolekulák épülnek be.

A vizsgált anyag elméleti (a képlet alapján számolt) hidrogéntartalma 2,34 tömegszázalék.

Mi a benzolszolvát képlete?

(Zagyi Péter)

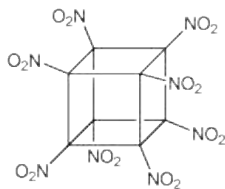
K225. A nagy energiájú robbanóanyagok és hajtóanyagok kutatása nagyon gyorsan fejlődő területe a kémiának, ahol azonban manapság is érhetik meglepetések a vegyészeket.

Olyan anyagokat keresnek, amelyek bomlása extrém nagy energia felszabadulásával és sok gáz képződésével jár, amiből egyenesen következik a hatalmas rombolóerő. Szerencsés esetben az anyag szobahőmérséklet környékén stabil, a detonáció csak magas hőmérsékleten (lehetőleg 200 °C felett) következik be. A témában jártasak számára ma már szinte közhely, hogy az ilyen anyagok molekulájában egymás hegyén-hátán nitrogénatomok vannak. Következzék három példa az utóbbi évek fejlesztéseiből:

Hexanitro-hexaaza-izowurtzitán:

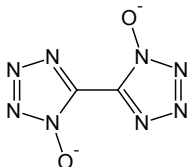


Oktanitrokubán:



a) *Add meg a két vegyület összegképletét!*

Jelenleg a legnagyobb detonációsebességre (9698 m/s) a dihidroxilammónium-5,5'-bisztetrazol-1,1'-diolát nevű anyag képes, amely egy ionvegyület: anionja az alábbi, kationja pedig a hidroxilammónium-ion ($^+\text{NH}_3\text{-OH}$). Ki tudja miért, az anyag rövid kódnevét használják inkább: TKX-50.



- b) *Add meg a TKX-50 összegképletét!*
- c) 1,0 kg TKX-50 detonációja során hozzávetőleg 850 dm³ gáz-halmazállapotú termék képződik (1 bar nyomásra és 0 °C hőmérsékletre átszámítva). *Add meg ez alapján a TKX-50 bomlásának egyenletét!*

A bevezetőben említett meglepetés volt például annak felismerése, hogy a nitrogéngáz extrém nagy nyomáson (100 GPa fölött) atomrácsos módosulattá alakul, amelyben minden nitrogénatom három egyszeres kovalens kötéssel kapcsolódik három szomszédjához. Ez a „gyémántszerű” nitrogén robbanó- és hajtóanyagként is szóba jöhet. Robbanási tulajdonságai egészen elképesztőek: detonációsebessége pl. közel 20 000 m/s, detonációs nyomása pedig kb. tízszeresen múlja felül a TKX-50-ét! A robbanása során (amikor is N₂ képződik) kb. 2 MJ/g energia szabadul fel.

- d) *Számítsd ki, hogy 1,0 kg atomrácsos nitrogén detonációja során mekkora térfogatú gáz képződik (1 bar nyomásra és 0 °C hőmérsékletre átszámítva)!*
- e) *Mennyi az atomrácsos nitrogén képződéshője?*
- f) *Becsüld meg az N–N kötési energia értékét az atomrácsos nitrogénben! (A nitrogénmolekulában a kötési energia 954 kJ/mol.)*

(Zagyi Péter)

H221. Az **A** fém és a **B** fém-nitrát egyetlen csepp hideg víz hatására rendkívül hevesen, szinte robbanásszerűen reagál egymással, intenzív fényjelenség kíséretében. A reakció hevessége miatt valószínűleg még

senki sem gondolt arra, hogy megmérje a tömegváltozást a folyamatban. Az elmélet mindenesetre azt mondja, hogy a sztöchiometrikus **A-B** keverék majdnem pontosan 30 tömegszázalék **A**-t tartalmaz, és a maradéktalanul lejátszódó reakció során mindössze 5,77 % a tömegveszteség.

Az **A** és a **B** anyag külön-külön sokkal barátságosabb. Bátran cseppenthetünk rájuk vizet, nem történik semmi említésre méltó. A tiszta oxigénben való hevítésüket is könnyebb méréssel egybekötve tanulmányozni, ezt sokszor meg is tették már. Az **A** anyag esetén 65,84 %-os tömegnövekedés, a **B** anyag esetén pedig 36,5 %-os tömegcsökkenés a magas hőmérsékleten történő hevítés eredménye, és az utóbbi esetben 1,00 g anyagból hozzávetőleg 215 cm³ (standard légköri nyomású és 25 °C-os) gázkeverék képződése figyelhető meg.

a) *Melyik két anyagról van szó?*

b) *Írd fel a feladatban említett reakciók egyenletét!*

(Zagyi Péter)

H222. A d-mezőbeli fémek többsége képes komplexet képezni szén-monoxiddal (ezek a karbonilkomplexek). Néhány fém karbonilkomplexe egyszerű felépítésű: a központi fématomhoz kapcsolódnak a CO-ligandumok. Kicsit leegyszerűsítve úgy tekinthetjük, hogy a CO-molekula szénatomján lévő nemkötő elektronpárja révén datív kötés jön létre. Ezek az ún. egymagvú karbonilkomplexek, amelyből nyolcat ismerünk:

$\text{V}(\text{CO})_6$, $\text{Cr}(\text{CO})_6$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Mo}(\text{CO})_6$, $\text{Ru}(\text{CO})_5$, $\text{W}(\text{CO})_6$, $\text{Os}(\text{CO})_5$

Ezek összetétele – egy kivételével – egy egyszerű és logikus elektronszerkezeti szabály alapján értelmezhető.

a) *Mi ez a szabály és melyik komplex a kivétel?*

Ismeretesek kétmagvú karbonilkomplexek is, ahol fém-fém egyszeres kötés alakul ki, a CO ligandumok pedig az egyes fématomokhoz kapcsolódnak, egyenlő számban. Ezek összetétele is következik a fenti elektronszerkezeti szabályból.

b) *Add meg a kobalt és a rénium kétmagvú karbonilkomplexének képletét!*

Léteznek ionos karbonilkomplexek is, amelyekre szintén vonatkozik a vizsgált szabályszerűség.

- c) *Melyik az a 4. periódusbeli fém, amelynek ionos karboniljában a központi atom koordinációs száma 4, a komplex töltése pedig -3 ?*
- d) *Mennyi a fém oxidációs száma a fenti komplexben? Hányas koordinációjú ugyanennek a fémnek az egyszerűen pozitív töltésű karbonilkomplexe?*

Elméleti szempontból is nagy jelentőségű volt, amikor felfedezték, hogy elemi vas és ciklopentadién (ciklopenta-1,3-dién) reakciójában egy narancssárga szilárd anyag (a ferrocén) keletkezik, amely $\text{FeC}_{10}\text{H}_{10}$ összegképletűnek bizonyult. Szerkezete ugyanis különleges: ez egy ún. szendvicsvegyület, amelyben a központi vasat a két öttagú gyűrű alulról és felülről „szendvicsbe” zárja:



Noha más átmenetifémeknek is ismert hasonló vegyülete, a vassal képződő komplex messze a legstabilabb.

- e) *Hogyan értelmezhető ez a fent tanulmányozott szabállyal? Írd fel a ferrocén képződésének egyenletét vasból és ciklopentadiénből kiindulva!*

(Zagyi Péter)

H223. Egy tiszta állapotban még nem izolált oxosav szabályos nátriumsója 30,07 tömegszázalék oxigént tartalmaz. Vizes oldatból kristályvízzel kristályosodik, de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül teljesen vízmentesíthető, és kb. $360\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig stabil. Ugyanennek az oxosavnak a szabályos ezüstsóját is elő lehet állítani, bár ez meglehetősen instabil anyag, már nem túl magas hőmérsékleten robbanásszerű hevességgel elbomlik. A legérdekesebb talán az, hogy elemeire.

Határozd meg a feladatban szereplő vegyületek képletét!

(Zagyi Péter)

H224. Egy kétértékű fémion (M^{2+}) az L^- anionnal két stabil komplexet képez, amelyekben a fém-ligandum arány 1:2 és 1:4. Dietil-éterrel összeráztuk a vizes oldatot és azt tapasztaltuk, hogy a semleges komplex jelentős része a szerves fázisba átoldódott. A szerves fázisban lévő komplex koncentrációját meghatároztuk spektrofotometriásan.

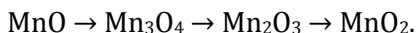
Fejezd ki a különböző részecskék egyensúlyi koncentrációját!

Ismert adatok:

- a komplexstabilitási állandók (β_2, β_4)
- a fémion és a ligandum bemérési koncentrációja (c_M, c_L)
- a semleges komplex megoszlási állandója a vizes és szerves fázis között (K_D)
- a vizes és szerves fázis aránya 1:4
- a semleges komplex egyensúlyi koncentrációja a szerves fázisban ($[ML_2(sz)]$)

(Varga Szilárd)

H225. A mangán(II)oxid oxidálható további mangán-oxidokká. Az egyik ilyen feltételezett „oxidációs láncban” a következő úton juthatunk el a mangán(IV)oxidig:



Egy oxidációs vizsgálat során a MnO -t reagáltatunk harmadannyi mól O_2 gázzal, és olyan körülmények között hajtjuk végre a reakciót, hogy

(a) minimális

(b) maximális energiefelhasználással járjon.

Mi lesz az egyes esetekben az oxidkeverék összetétele?

Az egyes oxidok képződéshője a következő:

MnO : -385 kJ/mol; Mn_3O_4 : -1386 kJ/mol; Mn_2O_3 : -962 kJ/mol;

MnO_2 : -521 kJ/mol.

(Stirling András)

Megoldások

A21. Anyagpárok, melyek esetén félreértést okozhat, ha egy kisbetűt nagybetűre cserélünk: Co – CO, No – NO, Hf – HF, COS – CoS, COF₂ – CoF₂, COCl₂ – CoCl₂, COBr₂ – CoBr₂, COI₂ – CoI₂, CO(NH₂)₂ – Co(NH₂)₂,

Kis módosítással helyes: Cf – (CF)_x, Cn – CN⁻, Hs – HS⁻, NOCl – NoCl_x, Cu – UC_x, BiCl₃ – BIBr₃⁻, BiCl₃ – BIBr₃⁻,

Nagyobb módosítással helyes: Ti – Tl (Tallium), CuCl₂ – UCuCl₂, BiI₃ – BII₃⁻(BI₄⁻), CS₂ – 2Cs.

A legtöbb helyes megoldást (8) Tóth Marcella küldte be. A pontátlag 3,75 pont.

(Sarka János)

A22. a) A Terfenol-D anyagmenntiség-százalékos vastartalma az alábbi képlettel adható meg, ahol m_x az X fém tömegét jelöli az ötvözetben :

$$n/n\%(Fe) = \frac{\frac{m_{Fe}}{M_{Fe}}}{\frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} + \frac{m_{Tb}}{M_{Tb}} + \frac{m_{Dy}}{M_{Dy}}} \cdot 100\%$$

A vas anyagmenntiség-százalékos aránya (azaz a fenti tört értéke) abban az esetben lesz a legkisebb a megadott tartományban, ha az ötvözet a legkevesebb (39,6 m/m%) vasat tartalmazza, valamint az ötvözet további része a lehető legnagyobb anyagmenntiségű. Ezt úgy érhetjük el, ha az ötvözet ekkor a vas mellett gyakorlatilag csak a kisebb moláris tömegű terbiumból áll ($M_{Tb} = 158,9$ g/mol). (Ez természetesen csak egy elvi határ, hiszen az ötvözetet három komponens alkotja, tehát az így kapott értéknél mindig nagyobb lesz a megadott 39,6 – 41,0 m/m% tartományban a vas anyagmenntiség-százaléka.) 100,0 g kiindulási Terfenol-D-t vizsgálva ebben az esetben az 39,6 g vasat és 60,4 g terbiumot tartalmaz. Ekkor a minta anyagmenntiség-százalékos vastartalma:

$$n/n\%(\text{Fe})_{\min} = \frac{\frac{39,6 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}}}{\frac{39,6 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} + \frac{60,4 \text{ g}}{158,9 \text{ g/mol}}} \cdot 100\% = 65,1\%$$

Az elvi maximumot pedig akkor kapjuk a megadott tartományban, ha az ötvözet a legtöbb (41,0 m/m%) vasat tartalmazza, valamint az ötvözet további része a lehető legkisebb anyagmennyiségű. Ezt pedig úgy érhetjük el, ha az ötvözet ekkor a vas mellett gyakorlatilag csak a nagyobb moláris tömegű diszpróziumból áll ($M_{\text{Dy}} = 162,5 \text{ g/mol}$). Újabb 100,0 g kiindulási Terfenol-D-t vizsgálva ebben az esetben az 41,0 g vasat és 59,0 g diszpróziumot tartalmaz. Ekkor a minta anyagmennyiség-százalékos vastartalma:

$$n/n\%(\text{Fe})_{\max} = \frac{\frac{41,0 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}}}{\frac{41,0 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} + \frac{59,0 \text{ g}}{162,5 \text{ g/mol}}} \cdot 100\% = 66,9\%$$

b) A $\text{Tb}_3\text{Dy}_7\text{Fe}_{20}$ ötvözethez képest a $\text{Tb}_3\text{Dy}_7\text{Fe}_{19}$ ötvözet százalékos vastartalma kisebb. Emiatt a hozzáolvasztás során (ha ahhoz a legkisebb tömegű fémét próbáljuk meg felhasználni) célszerű terbiumot és diszpróziumot hozzáolvasztanunk az eredeti ötvözethez. A $\text{Tb}_3\text{Dy}_7\text{Fe}_{20}$ „moláris tömege” 2731,2 g/mol, ez alapján 1,00 kg ilyen összetételű ötvözet tartalma:

$$n(\text{Tb}) = \frac{1000 \text{ g}}{2731 \text{ g/mol}} \cdot 3 \text{ mol} = 1,098 \text{ mol}$$

$$n(\text{Dy}) = \frac{1000 \text{ g}}{2731 \text{ g/mol}} \cdot 7 \text{ mol} = 2,563 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{1000 \text{ g}}{2731 \text{ g/mol}} \cdot 20 \text{ mol} = 7,323 \text{ mol}$$

A kapott anyagmennyiségeket a megfelelő moláris tömeg értékekkel beszorozva az ötvözet tartalma: 174,5 g Tb, 416,5 g Dy, 409,0 g Fe. Az új, $\text{Tb}_3\text{Dy}_7\text{Fe}_{19}$ összetételű ötvözetben a hozzáolvasztás során a vas mennyisége nem változott meg, tehát az továbbra is 7,323 mol. Ehhez képest az összetétel alapján

a terbium anyagmennyisége $7,323 \text{ mol} \cdot (3/19) = 1,156 \text{ mol}$,
a diszprózium anyagmennyisége $7,323 \text{ mol} \cdot (7/19) = 2,698 \text{ mol}$.

Ebből az új ötvözetben

a terbium tömege $1,156 \text{ mol} \cdot 158,9 \text{ g/mol} = 183,7 \text{ g}$,

a diszprózium tömege $7,323 \text{ mol} \cdot 162,5 \text{ g/mol} = 438,4 \text{ g}$.

A korábbi ötvözethez tehát $183,7 \text{ g} - 174,5 \text{ g} = 9,20 \text{ g}$ terbiumot és $438,4 \text{ g} - 416,5 \text{ g} = 21,9 \text{ g}$ diszpróziumot kell hozzáolvasztani, hogy a legkisebb tömegű fém hozzáadásával megkapjuk a $\text{Tb}_3\text{Dy}_7\text{Fe}_{19}$ összetételű ötvözetet.

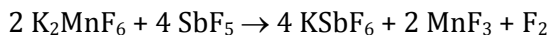
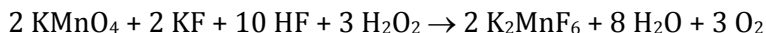
A pontszámok átlaga 5,2 pont. Hibátlan megoldást 8 tanuló küldött be. Gyakori hiba volt az a) feladatrészen is az ideális összetételhez tartozó képlet használata, valamint a terbium és diszprózium moláris tömegei helyett azok átlagával történő számolás.

(Vörös Tamás)

A23. a) Az iparban fluorgázt száraz (vízmentes) hidrogén-fluorid (HF) elektrolízisével állítanak elő, amit kálium-fluorid (KF) megfelelő arányú adagolásával tesznek vezetőképessé.

Felhívnom a figyelmet, hogy többen a magyar Wikipédia fluorról szóló cikkéből másolták az a) feladatrészt a megoldását, ahol tévesen fel volt cserélve, hogy melyik gáz melyik elektródon fejlődik. A valóságban a fluor az anódon, a hidrogén pedig a katódon képződik!

b) A rendezett reakcióegyenletek:



c) Vegyünk 100 g fluorit ásványt. Ekkor ebben 0,04 g F_2 gáz van zárványként, ami a radioaktivitás hatására az alábbi folyamatban keletkezett: $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{Ca} + \text{F}_2$. $0,04/(2 \cdot 19,0)$ mol fluor mellett ugyanannyi fémkalcium keletkezett. Ennek tömege

$$0,04/(2 \cdot 19,0) \cdot 40,1 = 0,042 \text{ g}.$$

Így az ásvány 0,042 tömegszázaléknyi elemi kalciumot tartalmaz.

d) Mivel az elemi kalcium és fluor sztöchiometrikusan keletkezett a (más szennyezőktől mentes) CaF_2 bomlásából, így azok tömegösszegéből megkapjuk az elbomlott só arányát:

$$(0,042 \text{ g} + 0,04 \text{ g}) / 100 \text{ g} \cdot 100 = 0,082 \text{ \%}$$

A megoldások közül 11 teljes pontszámot kapott. A feladat pontátlaga 7,85.

(Babinszki Bence)

A24. a) A víz felszínén a nyomás 100 kPa, a vízben lefelé haladva ez 10 kPa-lal nő. A levegő 21 %-a O_2 , így az oxigén parciális nyomása a levegő nyomásának 0,21-szerese.

Jelöljük x -szel a keresett mélységet méterben! Ekkor:

$$(100 \text{ kPa} + x \cdot 10 \text{ kPa}) \cdot 0,21 = 140 \text{ kPa}$$

Ebből $x = 56,6 \text{ m}$.

b) Az a) feladat mintájára 10 m mélységben:

$$(100 \text{ kPa} + 10 \cdot 10 \text{ kPa}) \cdot 1,0 = 200 \text{ kPa}$$

Ez magasabb a 140 kPa-os határértéknél, ezért nem biztonságos.

c) A heliox 47 $m/m\%$ -a O_2 .

Jelöljük y -nal a heliox $n/n\%$ -os O_2 -tartalmát! Ekkor:

$$\frac{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y + 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (100 - y)} \cdot 100 \% = 47 \%$$

Ebből $y = 9,98 \text{ \%}$.

Az a) feladat mintájára

$$(100 \text{ kPa} + x \cdot 10 \text{ kPa}) \cdot 0,0998 = 140 \text{ kPa}$$

Ebből $x = 130,2 \text{ m}$.

d) Mivel a keresett gázelegyben 47 $m/m\%$ -nál magasabb az O_2 aránya, és ugyanolyan $n/n\%$ -os összetételű, mint a heliox (hiszen ugyanolyan mélységig használható, mint heliox), a keresett gáz moláris tömege kisebb kell, hogy legyen a He moláris tömegénél. Kizárásos alapon tehát a keresett gáz a H_2 .

e) A neontartalmú neoxot használják, valamint létezik, és elvileg használható az argon-tartalmú argox is. Nagyobb moláris tömegű

nemesgázokat nem használhatnak, mert nem kívánatos hatások jelentkeznek. (A xenont például altatógázként használják.)

A feladat átlagpontszáma 4,98. Kiemelkedő megoldást készített Fraknoi Ádám és Hegyi Krisztina.

A hibák túlnyomó többsége egyszerűen figyelmetlenségből származott. A megoldások jelentős részében a beküldő nem vette észre, hogy a c) feladatban m/m % van megadva!

Fontos tudni, hogy egy számolást igénylő (al)feladatban nem adható pont, ha a lapon pl. pusztán annyi szerepel, hogy „nem”. Ilyenkor a választ számításokkal kellene alátámasztani.

(Koltai András)

A25. a) Vendel 16 éves, így a keresett elem a kén.

b) C9-es készítmény esetén a hatóanyagot 9 alkalommal hígítják 100-szorosára. Jelen esetben a hatóanyag 16 g kén, így az első hígítás után $16 \cdot 100$ g készítmény lesz. A második hígítás során ezt az 1600 g készítményt hígítják ismét 100-szorosára, így $16 \cdot 100^2$ g készítményt kapunk. A 9. hígítás után tehát $16 \cdot 100^9 = 1,6 \cdot 10^{19}$ g lesz a készítmény tömege.

c) Az előző feladatrészhez hasonlóan C15-ös potenciálás esetén $16 \cdot 100^{15} = 1,6 \cdot 10^{31}$ g, C30-as esetén pedig $16 \cdot 100^{30} = 1,6 \cdot 10^{61}$ g készítmény tartalmaz 16 g hatóanyagot. (Összehasonlításképpen: az Univerzum teljes tömege – az ún. sötét anyag nélkül ugyan – kb. 10^{56} g.)

d) 1 adag készítmény potenciálástól függetlenül 800 Ft-ba kerül, és 4 g készítményt tartalmaz. Tehát ha 4 g készítmény 800 Ft-ba kerül, akkor $1,6 \cdot 10^{19}$ g készítmény ára:

$$(1,6 \cdot 10^{19} \text{ g} \cdot 800 \text{ Ft}) / 0,4 \text{ g} = 3,2 \cdot 10^{21} \text{ Ft}$$

Ugyanígy számolva C15-ös készítmény esetén az ár $3,2 \cdot 10^{33}$ Ft, míg C30-as esetén $3,2 \cdot 10^{63}$ Ft.

e) $6 \cdot 10^{23}$ db kénatom tömege 32 g, így 16 db kénatomé $16 \cdot 32 / 6 \cdot 10^{23} = 8,53 \cdot 10^{-22}$ g.

A C30-as potenciálás 10^{60} -szoros hígítást jelent, tehát $8,53 \cdot 10^{-22} \cdot 10^{60} = 8,53 \cdot 10^{38}$ g készítményre van szükség. 1 adag

készítmény tömege 4 g, így ez $8,53 \cdot 10^{38} / 4 = 2,13 \cdot 10^{38}$ adag készítményt jelent.

Az átlagpontoszám 5,58 pont volt, 7 hibátlan megoldás született. Legnehezebbnek a feladat e) része bizonyult, ezt többen kihagyták. A leggyakoribb probléma a hígítás hibás kiszámolása volt a b) feladatrészben.

(Dürvanger Zsolt)

K211. Mielőtt nekikezdünk a számolásnak, tisztázzuk a szükséges adatokat.

A nátrium-tellurit moláris tömege: $M = 221,6 \text{ g/mol}$.

A kilélegzett levegő hőmérséklete testhőmérsékletű: $T = 37^\circ\text{C} = 310 \text{ K}$.

A kilélegzett levegő nyomása a légköri nyomás: $p = 101325 \text{ Pa}$.

Egy kilégzés során $0,5 \text{ dm}^3$ levegő távozik a tüdőből (nyugalmi állapotban).

Egy perc alatt 16 lélegzetet vesz egy ember (nyugalmi állapotban).

10 mg nátrium-tellurit anyagmennyisége:

$$0,01 \text{ g} / 221,6 \text{ g/mol} = 4,513 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Ennek 60%-a alakul át dimetil-tellúrrá:

$$0,6 \cdot 4,513 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 2,708 \cdot 10^{-5} \text{ mol dimetil-tellúr}$$

Ha azt akarjuk megbecsülni, hogy ez esetben az áldozatnak legfeljebb mennyi ideig lesz „tellúrlehelete”, akkor vegyük úgy, hogy a kilélegzett levegő pont annyi dimetil-tellúrt tartalmaz, mint amennyit már érzünk, azaz $0,2 \text{ ppbv-t}$. A kilélegzett levegő $0,5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, ennek a $0,2$ milliárdod része:

$$(5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / 1\,000\,000\,000) \cdot 0,2 = 1 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3 \text{ a dimetil-tellúr}$$

Használjuk az állapotegyenletet, melybe a kapott térfogatadatot írjuk be: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$. Ebből kiszámolhatjuk, hogy egy kilégzés során $n = 3,931 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$ dimetil-tellúr távozik. Összesen $2,708 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ dimetil-tellúrt kell kilégezni:

$$2,708 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / 3,931 \cdot 10^{-12} \text{ mol} = 6887103 \text{ db kilégzés}$$

Ezt elosztva 16-tal (ennyit lélegzik egy ember egy perc alatt) megkapjuk, hogy 430444 percig tart a „tellúrlehelet”. Tovább osztva 60-nal, majd 24-gyel, azt kapjuk, hogy a „tellúrlehelet” akár 299 napon át megkeserítheti az ember életét.

A beküldött feladatok átlagpontszáma 7,6 pont. Sok szép megoldás is született. A feladatra az kaphatott maximális pontszámot, aki figyelembe vette, hogy a tüdőben melegszik a levegő, ha ez nem is pontosan 37 °C, de valahol 30 °C fölött van. Gyakoriak voltak a figyelmetlenségek, apróbb hibák, a ppbv nem megfelelő értelmezése.

(Csenki János Tivadar)

K212. a) A perflubron moláris tömege: $M = 498,9 \text{ g/mol}$. Az oxigén moláris tömege: $M = 32 \text{ g/mol}$.

100 ml perflubron: $100 \text{ cm}^3 \cdot 1,93 \text{ g/cm}^3 = 193 \text{ g}$. Az oxigéngáz tömegének a meghatározásához az állapotegyenetre van szükség.
 $T = 37^\circ\text{C} = 310 \text{ K}$

$$V = 53 \text{ cm}^3 = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$p = 101325 \text{ Pa}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; \text{ Ebből } n = 2,084 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M = 2,084 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 0,0667 \text{ g}$$

$$m/m \% = (m_{\text{O}_2} / m_{\text{összes}}) \cdot 100 = 0,03455 \%$$

0,03455 % O_2 -t tartalmaz az oxigénnel telített perflubron.

b) Többféleképp is el lehet indulni. A legegyszerűbb, ha a térfogatokat hasonlítjuk össze, hisz gázok esetén a térfogat arányos az anyagmennyiséggel. A levegő 21 %-a O_2 . $0,5 \text{ dm}^3$ levegő $0,21 \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 0,105 \text{ dm}^3 = 105 \text{ cm}^3$ O_2 -t tartalmaz.

Ha 100 cm^3 perflubron 53 cm^3 O_2 -t tartalmaz, akkor 500 cm^3 perflubron $5 \cdot 53 \text{ cm}^3 = 265 \text{ cm}^3$ O_2 -t tartalmaz.

$$265 \text{ cm}^3 / 105 \text{ cm}^3 = 2,52$$

2,52-szer annyi O_2 jut be az oxigénnel telített perflubronnal.

c) A levegő esetében nem kell számolgatni. A levegő 21 %-a O_2 . Tehát a molekulák 21/100-ad része O_2 .

Perflubron esetében, számoljunk a már a) pontban megkapott adatokkal. A perflubron anyagmennyisége 100 cm^3 -ben

$$193 \text{ g}/498,9 \text{ g/mol} = 0,387 \text{ mol.}$$

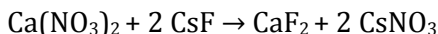
$$2,084 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/(2,084 \cdot 10^{-3} \text{ mol} + 0,387 \text{ mol}) = 5,36 \cdot 10^{-3}\text{-ad része } \text{O}_2 \text{ molekula (0,536 \% -a).}$$

d) A legfontosabb ok természetesen az, hogy megfulladnánk. (Éppen úgy, ahogy a zárt térben a levegőből is „elfogy” az oxigén.)

A beküldött feladatok átlagpontszáma 7,3 pont. Ennek ellenére kevés 10 pontos eredmény született. A legszebb megoldásokat Olasz Vivien, Baglyas Márton és Gábor Gergő küldte be. Sokan figyelmetlenek voltak vagy túlbonyolították a számolásokat. Gyakoriak voltak az elszámolások. Többen is elfeledkeztek arról, hogy 37°C-os folyadékról/benne oldódó gázzal van szó és nem használták az állapotegyenletet.

(Csenki János Tivadar)

K213. a) A lejátszódó reakció egyenlete:



A keletkező CaF_2 mennyiségének számolásához tudnunk kell, mennyi Ca^{2+} és F^- iont vitt be a rendszerbe, valamint ismerni kell a víz mennyiségét.

100 g telített CsF oldatban lévő CsF mennyisége:

$$m(\text{CsF}) = 322/(100+322) \cdot 100 \text{ g} = 76,303 \text{ g}$$

$$n(\text{CsF}) = (76,303 \text{ g})/(151,90 \text{ g/mol}) = 0,5023 \text{ mol}$$

A Ca^{2+} ion anyagmennyisége a reakcióegyenlet alapján ezen érték fele, a F^- ioné pedig ezzel megegyező érték. Ezek alapján kiszámolható, hogy az összes CaF_2 mennyiség:

$$m(\text{CaF}_2) = 19,611 \text{ g}$$

Az összes vízmennyiség pedig a telített oldatok víztartalma alapján számolandó:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 55,65 \text{ g}$$

Így kiszámolható, hogy a CaF_2 mindössze 0,005%-a oldódott fel.

Tehát 19,61 g kalcium-fluoridot állított elő Vendel.

b) Tudjuk, hogy az összes csapadék mennyisége 104,7 g, ami azt jelenti, hogy 85,1 g CsNO_3 csapadék vált ki.

Tehát az összes CsNO_3 mennyisége, valamint az oldatban maradt mennyisége:

$$m(\text{CsNO}_3, \text{össz.}) = 0,5023 \text{ mol} \cdot 194,91 \text{ g/mol} = 97,9 \text{ g}$$

$$m(\text{CsNO}_3, \text{old.}) = 97,9 \text{ g} - 85,1 \text{ g} = 12,8 \text{ g}$$

Tehát a cézium-nitrát oldhatósága vízben 20°C -on:

$$12,8 \text{ g}/56,7 \text{ g víz} = 22,6 \text{ g}/100 \text{ g víz}$$

c) A tisztításra több különböző mód is adódik, kihasználva a két anyag oldhatóságának különbséget. A kiszárított és elporított csapadékot kb. 370 g vízben oldjuk, ekkor a cézium-nitrát teljes mennyisége oldódik, a kalcium-fluoridnak viszont csak csekély hányada jut oldatba, ezáltal szinte veszteség nélkül megtisztítható.

Egy másik lehetőségnek adódik, hogy a cézium-nitrát oldhatósága nagymértékben megnő a hőmérséklet emelésével, amíg a kalcium-fluorid oldhatósága nem változik jelentősen. Ezáltal forró vízben oldhatjuk a CsNO_3 -ot, majd forrón, előmelegített szűrőn szűrhetjük a csapadékot (mosáshoz forró vizet használjunk).

d) A cézium-fluorid számos szempontból rossz választás volt. Először is, ahogy azt láttuk, a cézium-nitrát oldhatósága – szinte rendhagyó módon – jóval kisebb, mint a fluoridé. Ezért történhetett, hogy a kalcium-fluoriddal együtt cézium-nitrát is kivált.

Másodszor a cézium-fluorid elég drága vegyszer: a 99%-os tisztaságú anyag 25 g-ja 21000 Ft (Sigma-Aldrich).

A beküldött feladatok közül nagyon sok jó megoldás született, helyenként apróbb hibákkal. Viszonylag általános hiba volt az utolsó feladatrésze adott anyag, túl tömör válasz; valamint a túl sok értékes jegy használata, habár utóbbiért nem járt pontlevonás. Az átlagpontszám 8,7 pont lett.

(Broda Balázs)

K214. A megoldáshoz használt moláris tömegek: $M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$; $M(\text{Si}) = 28,09 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}) = 22,99 \text{ g/mol}$; $M(\text{Ca}) = 40,08 \text{ g/mol}$; $M(\text{Er}) = 167,26 \text{ g/mol}$; $M(\text{Er}_2\text{O}_3) = 382,52 \text{ g/mol}$

a) Tekintsük az eredeti üveg 100 g-ját. Ebben van $x \text{ g}$ szilícium, $46,18 \text{ g}$ oxigén, $y \text{ g}$ nátrium és $(53,82 - x - y) \text{ g}$ kalcium. Ezt olvasztják össze $b \text{ g}$ erbium(III)-oxid. Ennek az üvegnek az oxigéntartalma $45,62 \text{ m/m}\%$,

így ebben $(100 + b) \cdot 0,4562$ g oxigén van. A hozzáadott b g Er_2O_3 -ban $(48b/382,52)$ g oxigén van. Ezek alapján:

$$(100 + b) \cdot 0,4562 = 46,18 + (48b/382,52)$$

Az egyenletet megoldva b -re 1,693 adódik, az eredeti üveg tömege 100 g volt, tehát az eredeti üveg tömegének 1,69%-át tette ki a hozzáolvasztott erbium(III)-oxid tömege.

b) A fentiek alapján és felhasználva azt, hogy az erbium(III)-oxiddal összeolvasztott üveg nátriumtartalma 10,93%: az eredeti 100 g üvegben $(100 + 1,693) \cdot 0,1093 = 11,12$ g nátrium van. A 100 g eredeti üvegben x g, azaz $x/28,09$ mol szilícium, 46,18 g, azaz 2,886 mol oxigén, 11,12 g, azaz 0,4837 mol nátrium és $(42,70 - x)$ g, azaz $(42,70 - x)/40,08$ mol kalcium van. Az eredeti üvegben lévő Si, O, Na és Ca anyagmennyiségéből és oxidációs számaiból felírható:

$$4 \cdot x/28,09 + 1 \cdot 0,4837 + 2 \cdot (42,70 - x)/40,08 + (-2) \cdot 2,886 = 0$$

Az egyenletet megoldva $x = 34,14$, az eredeti üveg tömege 100 g volt, tehát a kiindulási üveg 34,14 tömegszázalék szilíciumot tartalmazott.

A feladatra 42 megoldás érkezett, a pontok átlaga 6,92. Hibátlan, szép megoldást küldött be Baglyas Márton és Hegyi Zoltán.

(Palya Dóra)

K215. a) Terápiás céllal 0,5-1 g közötti Li_2CO_3 juttatnak be a szervezetbe a mániás depresszió kezelésére, ami a vérben 0,6-1,2 mmol/dm³ közötti Li^+ koncentrációt eredményez.

A feladat kiírása szerint napi 0,5-1 g Li_2CO_3 a vérben 0,6-1,2 mmol/l közötti Li^+ -ion-koncentrációt eredményez. A számítások során volt, aki azt feltételezte, hogy a kétszer annyi Li-bevitel, kétszer akkora Li^+ koncentrációt eredményez a vérben. Volt, aki úgy gondolkodott, hogy a napi Li-bevitelnek, akkor van jelen a vérben a legtöbb százaléka, ha a minimális mennyiségű Li-t visszük be és az maximális koncentrációt eredményez. A javítás során mindkét gondolatmenetet elfogadtam.

$$m_{\text{Li}_2\text{CO}_3} = 0,5 \text{ g} \qquad c_{\text{Li}} = 0,6 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$$

A vérben lévő Li^+ mennyisége:

$$n_{\text{Li,vér}} = c_{\text{Li,vér}} \cdot V_{\text{vér}} = 3,0 \text{ mmol}$$

A Li_2CO_3 formájában bevitt Li^+ mennyisége:

$$n_{\text{Li,bevitt}} = \frac{m_{\text{Li}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Li}_2\text{CO}_3}} \cdot 2 = 27,07 \text{ mmol}$$

A napi Li bevitelnek tehát legfeljebb 22,2 %-a van jelen egy adott pillanatban a vérben.

b) A vízzel bevitt Li^+ és a terápiás célzattal bevitt Li^+ aránya $160 \mu\text{g/l}$ Li^+ tartalom és 0,5 g-os Li_2CO_3 dózis esetén lesz a legnagyobb.

A vízzel bevitt Li^+ mennyiségének a meghatározása:

$$m_{\text{Li,víz}} = c \cdot V = 400 \mu\text{g} = 0,4 \text{ mg}$$

$$n_{\text{Li,víz}} = \frac{m}{M} = 5,76 \cdot 10^{-2} \text{ mmol}$$

A terápiás céllal bevitt Li_2CO_3 -ban a Li^+ mennyisége:

$$n_{\text{Li}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{M} = 6,77 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{Li,bevitt}} = 2 \cdot n_{\text{Li}_2\text{CO}_3} = 13,53 \text{ mmol}$$

Az ivóvízzel történő Li-bevitel tehát legfeljebb a terápiás mennyiség 0,43 %-a lehet.

c) A lítium-citrát képlete: $\text{Li}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$.

Az üdítő Li^+ tartalmának meghatározása:

$$c_{\text{Li}} = 70 \frac{\mu\text{g}}{\text{dm}^3}; V = 2 \text{ dm}^3$$

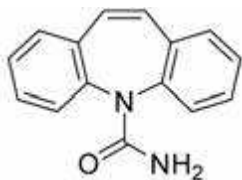
$$m_{\text{Li}} = c \cdot V = 140 \mu\text{g}; n_{\text{Li}} = \frac{m_{\text{Li}}}{M_{\text{Li}}} = 2,02 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Li}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7} = \frac{n_{\text{Li}}}{3} = 6,73 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m(\text{Li}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) = n \cdot M = 0,0014 \text{ g}$$

Tehát 1,4 mg lítium-citrát segítségével lehet beállítani egy 2 l-es palack lítiumtartalmát $70 \mu\text{g/l}$ -re.

A karbamazepin szerkezeti képlete:



$$M = 236,269 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Egy pohár vízben található karbamazepin tömegének meghatározása:

$$c(\text{karbamazepin}) = 2 \frac{\text{ng}}{\text{dm}^3}$$

$$m = c \cdot V = 0,4 \text{ ng} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ g}$$

$$n = 1,693 \cdot 10^{-12} \text{ mol}; N = n \cdot N_A = 1,02 \cdot 10^{12} \text{ db}$$

Egy 0,2 dl-es pohár vízben tehát $1,02 \cdot 10^{12}$ db karbamazepin-molekula van.

A feladatra sok helyes megoldás érkezett, pontátlaguk 8,88 pont lett. A beküldők között egy tipikus hiba volt, hogy a bevitt 0,5-1 g Li_2CO_3 dózist, a szervezetbe bevitt elemi Li-ként kezelték. Sokan nem néztek utána annak, hogy 1 mol lítium-citrátban hány mol Li^+ van.

(Dénes Nóra)

H211. a) Az ionok megadott koncentrációjából kiszámítható azok aránya:

$$\frac{[\text{K}]}{[\text{A}]} = \frac{2,266 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3}{3,399 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3} = \frac{2}{3}$$

Ez alapján feltételezhetjük, hogy a vegyület összetétele: K_2A_3 , ahol K^{3+} és A^{2-} töltésű részecskék vannak jelen. Így a vegyület koncentrációja is könnyen adódik: $2,266 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 / 2 = 1,133 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$. Mivel a tömegkoncentrációt ismerjük, a két adatból a moláris tömeg is egyszerűen meghatározható:

$$M = \frac{0,614 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3}{1,133 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3} = 541,92 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Próbálgatva, hogy az anion mólónként hány oxigénatomot tartalmaz, abban az esetben, amikor négyet, értelmes eredményhez jutunk: 100 g anion 72,71 g oxigént tartalmaz, amely 4,544 mol ($M_0 = 16,00$ g/mol). Ekkor az anion anyagmennyisége: 4,544 mol / 4 = 1,136 mol. Moláris tömege pedig:

$$M_{\text{anion}} = \frac{100 \text{ g}}{1,136 \text{ mol}} = 88,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ez az érték megfelel az oxalácion moláris tömegének, és mivel más esetben nem kapunk kémiaiilag értelmes eredményt, csak ez lehet az anion. Innentől a kation is könnyen adódik:

$$M_{\text{kation}} = \frac{541,92 \text{ g/mol} - 3 \cdot 88,02 \text{ g/mol}}{2} = 138,93 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ez nagyon jó közelítéssel a lantán moláris tömege, tehát a lantán(III)-oxalát a keresett vegyület: $\text{La}_2[(\text{COO})_2]_3$.

Sajnos a KÖKÉL 2014/4. számának nyomtatott verziójában az ionkoncentrációk nagyságrendje a szerkesztés során „elcsúszott”. Ezt a versenyzőknek jeleztük, és az online változatban már helyesen szerepeltek az értékek. (Valójában egyébként ez az a) rész megoldását nem befolyásolta volna.)

b) Az oldhatósági szorzat számítása igen egyszerű:

$$\begin{aligned} L &= [\text{La}^{3+}]^2 [(\text{COO})_2^{2-}]^3 = \\ &= (2,266 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot (3,399 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3)^3 = \\ &= 2,02 \cdot 10^{-28} (\text{mol/dm}^3)^5 \quad (2 \text{ pont}) \end{aligned}$$

c) A beérkezett megoldásokat áttekintve és összevetve a feladat kitűzött szövegével bebizonyosodott, hogy a c) rész nem volt egyértelmű. Több versenyző is felhívta a szerző figyelmét arra, hogy bonyolultabb problémát vetett fel, mint azt eredetileg gondolta. Szerencsére a versenyzők nagy része a szerzőhöz hasonlóan csak az oxalácionok esetleges protonálódásával és az így megváltozó anion-koncentrációval számolt. Voltak azonban, akik vizsgálták, hogy a hidrolízis folyamán képződő hidroxidionok miatt leválhat-e a lantán(III)-hidroxid csapadék, illetve voltak, akik a különböző összetételű, lantán- és oxalácionokból felépülő komplexek képződésével számoltak.

Mindenki, aki a feladat utasítása szerint számítással igazolta, hogy jogos volt-e az elhanyagolás a példa korábbi részében, megkapta a maximális pontszámot. Külön köszönet Roszjár Leának és Virágh Annának azért, mert szóvá tették, hogy az ionkoncentrációknak ebben a nagyságrendjében zavarnak a víz sajátionjai, hiszen azok csak egy nagyságrendben térnek el a só ionjaiétól. Ez mind az a), mind a b) feladatrész megoldását módosíthatta volna, de szerencsére senkinek nem akadályozta a probléma kezelését.

Itt most csak a legegyszerűbb megoldást tesszük közzé.

Az oxalátion hidrolizál, azaz protonálódik. Az oxálsav savi disszociációs állandói: $pK_{s1} = 1,42$; $pK_{s2} = 4,30$. Ebből a hidrolízisállandók: $pK_{h1} = pK_v - pK_{s2} = 9,7$; illetve $pK_{h2} = 12,58$. Közel 3 nagyságrend különbség van a két érték között, ezért nem vétünk nagy hibát, ha csak az első lépcsővel számolunk.

$$10^{-9,7} = \frac{[HC_2O_4^-][OH^-]}{[C_2O_4^{2-}]} = \frac{x^2}{3,399 \cdot 10^{-6} - x}$$

Innen a kémiailag is értelmes x érték: $2,59 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$. A protonálódott forma a kiindulási (teljes) oxalátkoncentrációnak kevesebb mint 0,8%-át teszi ki. Ennek következtében elmondhatjuk, hogy az anion-koncentráció sem változik meg döntően az oldatban, tehát elhanyagolásunk jogos volt.

d) A bomlás egyenlete:



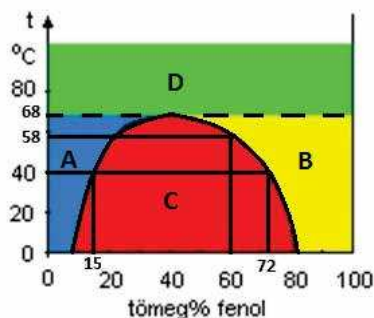
A folyamat több lépcsőben is felírható, minden helyes elképzelést elfogadtunk.

A feladatra érkezett megoldások átlaga 7,26 pont volt. Hibátlan, teljes értékű dolgozatot küldött be Baglyas Márton, Bajczi Levente, Barnicskó László Balázs, Botlik Bence, Kotschy András, Stenczel Tamás Károly, Virágh Anna és Vörös Zoltán János.

(Varga Bence)

H212. a) Az ábrán látható D tartományban lesz homogén a rendszer bármilyen fenoltartalom esetén. Az ehhez tartozó legalacsonyabb

hőmérséklet, amelyet az ábrán szaggatott vonal jelöl, a felső kritikus elegyedési hőmérséklet, kb. 68 °C.



b) Az ábra A-val jelölt része a vízben oldott fenol, a B a fenolban oldott víz, a C pedig a kétfázisú tartomány, azaz ilyen összetételnél a rendszer két telített fázisra válik szét. A fenollal telített víz az A és C rész határát képező görbe, a vízzel telített fenol pedig a B és C rész közti határvonal.

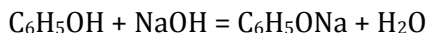
c) Mivel a fenol vízben való oldhatósága nő a hőmérséklet növekedésével, az oldódása endoterm folyamat.

d) A 60 g fenolt és 40 g vizet tartalmazó rendszer 40 °C-on a C tartományba esik, ahhoz, hogy homogén oldatot kapjunk, addig kell melegíteni, míg a C és B részt határoló görbéhez nem érünk. Az ábráról leolvasva ez kb. 58 °C-ot jelent.

e) Az összesen 60 m/m% fenolt tartalmazó rendszer 40 °C-on egy fenollal telített vizes és egy vízzel telített fenolos fázisra válik szét. Az ábra alapján ezek kb. 15 % illetve 72 % fenolt tartalmaznak. A vizes fázis tömege legyen x g, ebben a fenol tömege $0,15x$ g. A fenolos fázis tömege $(100 - x)$ g, a benne lévő fenolé $0,72(100 - x)$ g. Mivel összesen 60 g fenol van a rendszerben: $0,15x + 0,72(100 - x) = 60$. Az egyenlet megoldásával $x = 21$ g-ot kapunk a vizes fázis tömegére, a fenolos fázis tömege tehát 79 g. (A feladat természetesen az „emelőszabály” alkalmazásával is megoldható, néhányan így számolták ki.)

f) Ha víz hozzáadásával érjük el, hogy homogén rendszert kapjunk, ez nyilván a fenollal telített vizes oldat, ami az adott hőmérsékleten 15 m/m% fenolt tartalmaz. Az oldott anyagunk tömege 60 g, így a teljes oldat tömege $60 / 0,15 = 400$ g kell legyen, vagyis még 300 g vizet kell hozzáadni.

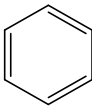
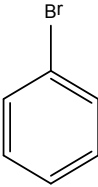
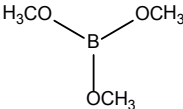
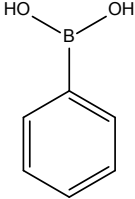
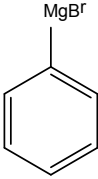
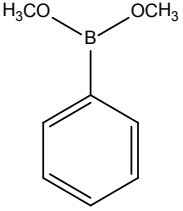
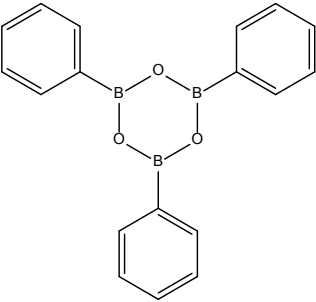
g) Ha a fenolt víz helyett NaOH-oldattal elegyítenénk, az oldhatósága nőne. A NaOH a fenolos hidroxilcsoportot deprotonálja, vízben jól oldódó ionos vegyület, nátrium-fenolát keletkezik:



A megoldást beküldők fele ért el maximális vagy alig kevesebb pontot. Néhányan nem vették figyelembe, hogy a kétfázisú rendszer esetében a fenolos fázis is tartalmaz vizet, és sokan voltak, akik a fenollal telített víznek és a vízzel telített fenolnak az ábra A és B részét jelölték meg, ami a vízben oldott fenol illetve fenolban oldott víz, de nem telített. Lehet, hogy a kérdésben szereplő „tartomány” szó zavart meg egyeseket. Kiemelkedően szép megoldást küldött be Baglyas Márton, Vörös Zoltán János és Várda Ernák.

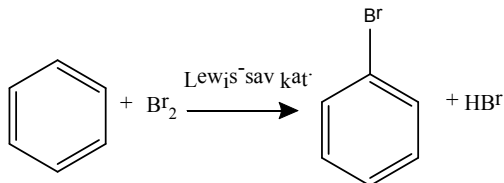
(Dénesné Rácz Krisztina)

H213. a) A feladatban szereplő vegyületek szerkezete:

 A	 C	 E	 G
HBr B	 D	 F	 H

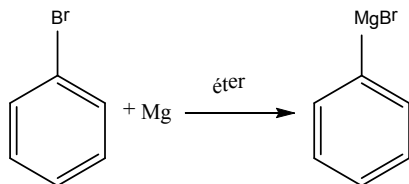
b) A lejátszódó folyamatok egyenletei:

1-2) A benzol brómozásának egyenlete (A feladatban szerepelt egy elírás, a katalizátor megnevezésével egy egyenlet is elegendő volt a feladatrészre kapható maximális pont megszerzéséhez.)

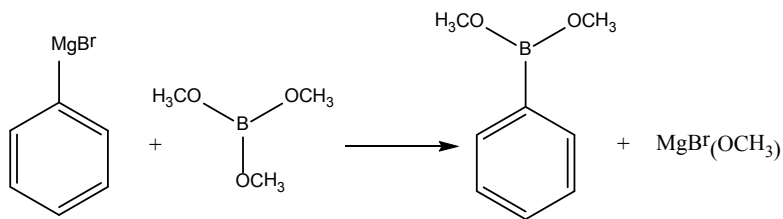


Katalizátorként valamilyen Lewis-sav használható, leggyakrabban vasport vagy FeBr_3 -t alkalmaznak.

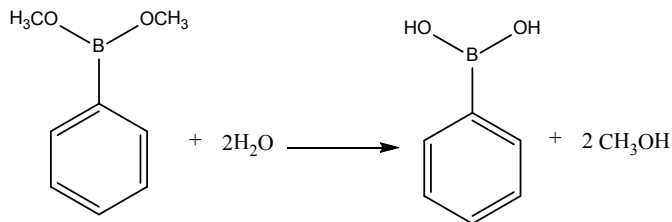
3) Grignard reagens előállítása



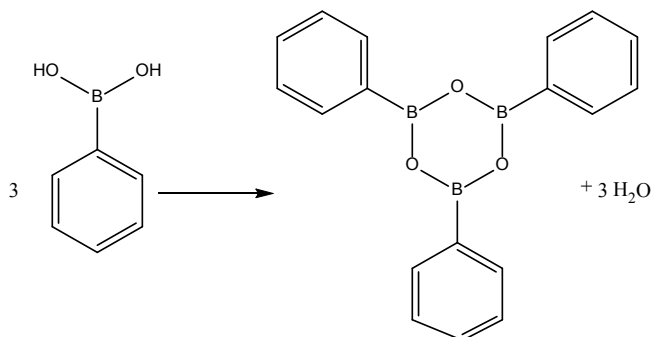
4) E vegyület szervesetlen metilészter, mely 34,68 % széntartalmú. Feltételezve, hogy csak a metilcsoportok tartalmazzak szén, kiszámítható, hogy a keresett vegyület a $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$.



5) Hidrolízis



6) Trimerizáció



A feladatra sok hibátlan megoldás érkezett, néhányaknak a trimetil-borátot nem sikerült azonosítani. A feladatban az 1 és 2 egyenlet egyaránt a benzol brómozására vonatkozott, maximális pontszám akkor járt a feladatrészre, ha szerepelt az általános egyenlet és valamilyen formában a katalizátor megnevezése. Többször előfordult, hogy az utóbbi elmaradása okozott pontlevonást.

(Kiss Dóra Judit)

H214. A feladatban az A-G betűk a következő anyagokat jelölik:

A = NH_3 ; B = I_2 ; C = NI_3 ; D = N_2 ; E = NH_4I ; F = HI ; G = H_2

A lejátszódó folyamatok rendezett egyenletei a következők:

1. $5 \text{ NH}_3 + 3 \text{ I}_2 \rightarrow \text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3 + 3 \text{ NH}_4\text{I}$
2. $2 \text{ NI}_3 \rightarrow 3 \text{ I}_2 + \text{N}_2$
3. $8 \text{ NI}_3 \cdot \text{NH}_3 \rightarrow 5 \text{ N}_2 + 9 \text{ I}_2 + 6 \text{ NH}_4\text{I}$
4. $\text{NH}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{NH}_4\text{I}$
5. $3 \text{ H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3$
6. $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{ HI}$

A feladat könnyűnek bizonyult, a beküldők többsége maximális pontot ért el. A legtöbb esetben az első egyenlet megfelelő rendezésével akadtak problémák.

(Kánnár Dániel)

H215. a) A lítium-alumínium-hidrid moláris tömege: $M = 38 \text{ g/mol}$

1 g anyagmennyisége: $0,026316 \text{ mol}$.

A 200 cm^3 oldat koncentrációja az alumíniumionra nézve: $0,13158 \text{ mol/dm}^3$.

Az Al(OH)_3 csapadék amfoter, savas és lúgos pH-n is oldódik.

Savas pH-n az oldhatóság határát kiszámíthatjuk egyszerűen az oldhatósági szorzatból:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt[3]{\frac{L_{(\text{Al(OH)}_3)}}{[\text{Al}^{3+}]}} = 5,34 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$$

Ebből a $\text{pH}=3,72$.

Lúgos közeg esetén számolni kell az $[\text{Al(OH)}_4^-]$ komplex képződésével. Az oldhatósági szorzat és a stabilitási állandó definícióját felhasználva egzaktul felírható:

$$\beta = \frac{c_{\text{Al}^{3+}} - L_{(\text{Al(OH)}_3)}/[\text{OH}^-]^3}{L_{(\text{Al(OH)}_3)} \cdot [\text{OH}^-]}$$

Ez azonban negyedfokú egyenletre vezet, mely egzaktul nem oldható meg. Az egyenletet megoldhatjuk iterációval, vagy feltételezve azt, hogy a szabad alumínium koncentrációja ($L/[\text{OH}^-]^3$) az oldatban a komplex koncentrációjához képest elhanyagolható, a következő egyenletet kapjuk:

$$\beta = \frac{c_{\text{Al}^{3+}}}{L_{(\text{Al(OH)}_3)} \cdot [\text{OH}^-]}$$

melynek megoldásaként $\text{pH}=11,52$ adódik. Ilyen pH-n a szabad alumínium koncentrációja $5,51 \cdot 10^{-25} \text{ mol/dm}^3$, tehát az elhanyagolásunk jogos volt.

b) Jelöljük a citromsavat az egyszerűség kedvéért H_3A -val. Vizsgáljuk először azt az esetet, amikor a citrátion a fő speciesz. Felírva a rendszerre az anyagmérleget és felhasználva az egyensúlyi állandók definícióját kapjuk:

$$c_{\text{H}_3\text{A}} = [\text{A}^{3-}] \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{s2} \cdot K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^3}{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}} \right)$$

A fő specieszre vonatkozó feltétel alapján: $[\text{A}^{3-}] = 0,75 \cdot c_{\text{H}_3\text{A}}$

Ezt beírva az előző egyenletbe egyszerűsíthetünk $c_{\text{H}_3\text{A}}$ -val:

$$1 = 0,75 \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{s2} \cdot K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^3}{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}} \right)$$

Az egyenletet átrendezve $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -ra nézve egy harmadfokú egyenlethez jutunk, melynek megoldásaként adódik, hogy a pH ebben az esetben 6,88.

Ha a dihidrogén-citrát ion a fő speciesz, az egyensúlyi állandók definíciója és a fő specieszre vonatkozó feltétel alapján felírható a citrátion koncentrációja:

$$[\text{A}^{3-}] = \frac{0,75 \cdot c_{\text{H}_3\text{A}} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}$$

Ismét felírhatjuk az anyagmérleg és az egyensúlyi állandók alapján:

$$c_{\text{H}_3\text{A}} = [\text{A}^{3-}] \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{s2} \cdot K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^3}{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}} \right)$$

Behelyettesítve a citrátionra kapott összefüggést és egyszerűsítve a citromsav koncentrációjával:

$$1 = \frac{0,75 \cdot K_2 \cdot K_3}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2} \left(1 + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_{s2} \cdot K_{s3}} + \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^3}{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}} \right)$$

Ismét a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ -ra nézve harmadfokú egyenlethez jutottunk, melynek ezúttal két pozitív megoldása is van. Ezek a megoldások a 3,79 és 4,12 pH értékeknek felelnek meg.

c) Ha egy puffertelt citromsavoldatban oldunk alumínium-hidroxid csapadékot, az anyagmérleg a citromsavra következőképpen alakul:

$$c_{\text{H}_3\text{A}} = [\text{A}^{3-}] + [\text{HA}^{2-}] + [\text{H}_2\text{A}^-] + [\text{H}_3\text{A}] + [\text{AlA}] + [\text{AlH}_2\text{A}^{2+}]$$

Az egyensúlyi állandók definícióját felhasználva felírhatjuk a két, alumíniumtartalmú komplex koncentrációjának arányát:

$$\frac{[\text{AlH}_2\text{A}^{2+}]}{[\text{AlA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot K_{\text{AlH}_2\text{A}^{2+}}}{K_{s2} \cdot K_{s3} \cdot K_{\text{AlA}}}$$

$$\text{Ebből: } [\text{AlH}_2\text{A}^{2+}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot K_{\text{AlH}_2\text{A}^{2+}}}{K_{s2} \cdot K_{s3} \cdot K_{\text{AlA}}} [\text{AlA}]$$

$$\text{Továbbá: } [\text{AlA}] = K_{\text{AlA}} \cdot [\text{Al}^{3+}] \cdot [\text{A}^{3-}]$$

Ezt behelyettesítve az anyagmérlegbe, valamint a citromsav különböző protonáltságú specieszeit kifejezve a savállandókból:

$$c_{H_3A,össz} = [A^{3-}] \left(1 + \frac{[H_3O^+]}{K_{s3}} + \frac{[H_3O^+]^2}{K_{s2} \cdot K_{s3}} + \frac{[H_3O^+]^3}{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3}} + K_{AlA} \cdot [Al^{3+}] + \frac{[H_3O^+]^2 \cdot K_{AlH_2A^{2+}}}{K_{s2} \cdot K_{s3}} [Al^{3+}] \right)$$

Ebben az egyenletben ismeretlen mind az $[Al^{3+}]$ mind az $[A^{3-}]$.

Azonban az $[Al^{3+}] = \frac{L_{(Al(OH)_3)}}{[OH^-]^3}$, így már csak egy ismeretlenünk maradt: $[A^{3-}]$.

Felírva az alumíniumra az anyagmérleget:

$$c_{Al,össz} = [Al^{3+}] + [Al(OH)_4^-] + [AlA] + [AlH_2A^{2+}]$$

Ismét felhasználjuk az egyensúlyi állandók definícióit és az alumínium két citromsavas komplexének arányából kapott összefüggést:

$$c_{Al,össz} = [Al^{3+}] \left(1 + \beta_{Al(OH)_4^-} + K_{AlA} \cdot [A^{3-}] + \frac{[H_3O^+]^2 \cdot K_{AlH_2A^{2+}}}{K_{s2} \cdot K_{s3}} [A^{3-}] \right)$$

A szabad $[Al^{3+}]$ és $[A^{3-}]$ már ismert, így egyszerű behelyettesítéssel számítható az összes oldott alumínium koncentrációja.

A három különböző pH-n a következő oldhatóságokat kapjuk:

pH=6,88: $c_{Al,össz} = 0,100$ M és ez 1,56 g alumínium-hidroxidnak felel meg.

pH=3,79: $c_{Al,össz} = 0,185$ M és ez 2,89 g alumínium-hidroxidnak felel meg.

pH=4,12: $c_{Al,össz} = 0,109$ M és ez 1,70 g alumínium-hidroxidnak felel meg.

(Najbauer Eszter Éva)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Casein-Malfarbe

Casein ist der bedeutendste Eiweißbestandteil der Milch. Frische Kuhmilch enthält etwa 3% Casein. Das Eiweiß ist mit Calciumionen gebunden, aber auch Phosphor- und Magnesiumionen sind beteiligt. Casein ist in reiner Form ein weißes oder gelbliches Pulver, das in Wasser nicht löslich ist. Das Pulver selbst hat keine Fähigkeit als Bindemittel, erst durch das **Aufschließen mit einem alkalischen Mittel** wie gelöschtem Kalk, Borax oder mit Ammoniumcarbonat erhält man einen breiförmigen Leim, der nach dem Trocknen aushärtet.

Geschichte und Verwendung

Vermutlich wurde Milcheiweiß bereits bei den Höhlenmalern als Bindemittel benutzt. Vom Malen mit Erdfarben und Milcheiweiß aus Quark wird in althebräischen Texten berichtet. Mit **Caseinleim**, der aus Quark und Kalk hergestellt wurde, fertigten ägyptische und chinesische Handwerker Tischlerarbeiten an. **Caseinmörtel**, ein Gemisch aus Quark, Sand und gelöschtem Kalk wurde zum Bau von Gebäuden und später auch von Kirchen verwendet. Die Wandgemälde der Sixtinischen Kapelle und viele Innen- und Außenfreskos der Kirchenmaler verdanken ihre Haltbarkeit der Caseintechnik.

Erst seit kurzer Zeit wurde das Casein von Malern, Färbern und chemischen Erzeugern, die mit **nachwachsenden Rohstoffen**

arbeiten, wieder entdeckt. Manche Hersteller nehmen **Caseinleim** zum Verlegen von Teppich- oder Parkettböden. Kunstmaler verwenden es, da der gelöschte Kalk mit dem Casein beim Aushärten eine Struktur entwickelt, welche die Leuchtwirkung der Farben besonders hervorhebt. Durch **Kohlendioxidaufnahme** aus der Luft verfestigt sich eine Casein-Malfarbe zu wetterfestem **Kalkstein**.

Trennung von Casein und Molkenproteinen

Lässt man frische Kuhmilch für ein paar Tage an der Luft stehen, trennt sich das Fett von der Molke, in der als flockige, weiße Masse **geronnenes Casein** schwimmt. Zur eigenen Herstellung verwendet man aber am besten **Magermilch**. Wenn Magermilch längere Zeit an einem warmen Ort stehen bleibt, bilden sich Milchsäurebakterien, die Milchsäure produzieren. Diese bewirkt eine Ausflockung des Milcheiweißes. Die übrig bleibende Molke wird durch ein Leintuch abfiltriert und das Casein mehrfach mit Wasser gewaschen. Dann erniedrigt man den Wassergehalt durch Auspressen der Caseinmasse im Tuch. Das Casein wird danach im Trockenschrank oder im Backofen bei maximal 80°C in einer Schale getrocknet, wobei die ausgeschwitzte Flüssigkeit nach zwei Stunden abgegossen werden sollte. Das gewonnene Casein wird anschließend in einer Reibschale zu einem feinen Pulver zermahlen. Ein Liter Milch ergibt etwa 28 g Casein.

Die Ausflockung des Caseins kann durch die Zugabe von **Salzsäure** oder **Essigessenz** beschleunigt werden. Dazu werden 400ml Magermilch mit 100ml 10%iger Salzsäure oder 25%iger Essigsäure vermischt und kurz bis zum Siedepunkt erhitzt. Die **geronnene Milch** gibt man in eine Flasche oder ein Glas und lässt dieses einen Tag lang stehen. Jetzt befindet sich das Casein unter der klaren Molke.

Versuchsdauer: 30 min

Geräte: Messzylinder, 1 L Becherglas, kleine Bechergläser, Pipetten, Glasstab, Trichter, Filtriergestell, Glaswolle, Faltenfilter

Chemikalien: Magermilch, Essigsäure, ($c = 2 \text{ mol/L}$)

Durchführung:

100 mL Milch werden mit etwas Wasser verdünnt. Dann werden etwa 10 mL Essigsäure tropfenweise unter Umrühren zum Wasser-Milch-Gemisch getropft, bis eine deutliche Ausflockung erfolgt. Der pH-Wert

wird mit dem Indikatorpapier geprüft. Anschließend wird durch Glaswolle filtriert.

Schon nach einer Zugabe von etwa 6 mL Essigsäure ist eine starke **Ausflockung** zu erkennen, der ermittelte pH-Wert liegt bei etwa 5. Nach dem Filtrieren verbleibt eine weiße sämige Masse im Glaswollefilter. Beim Filtrat handelt es sich um eine trübe, wässrige Flüssigkeit, die durch erneutes Filtern durch einen Faltenfilter vom restlichen Casein befreit werden kann.

Das durch Säuerung aus der Milch abgeschiedene **Filtrat** besteht aus Casein und Fett. Der **Isoelektrische Punkt** von Casein liegt bei einem pH-Wert von 4,6. Bei natürlicher Säuerung der Milch durch Milchsäurebakterien oder durch die Labenzyme Rennin und Chymosin erhält man Quark. Dieser kann durch Reifung zu Hart- und Schnittkäse weiterverarbeitet werden. Das **Filtrat** wird Molke oder Sirte genannt. Die Molke enthält Lactose, Mineralstoffe, restliches Fett und die Molkenproteine Lactoglobulin und Lactalbumin.

Anmerkung:

Man bezeichnet die Strukturveränderung von Proteinen als **Denaturierung**. Bei der Denaturierung werden (bis auf wenige Ausnahmen) gleich mehrere Ordnungsstufen zerstört, die Primärstruktur bleibt häufig unbeeinflusst. Bei der Denaturierung kommt es innerhalb der Helixstruktur einer Polypeptidkette zu einer **Entfaltung**. Die freiwerdenden Nebenvalenzen können mit anderen Ketten in Wechselwirkung treten. Die Zugabe von Säuren oder Basen verhindert die Bildung von salzartigen Bindungen zwischen Amino- und Carboxy-Resten.

Herstellung von Caseinfarben

Sicherheit: Beim Herstellen des Caseinleims ist eine **Schutzbrille** zu tragen, da die **alkalisch wirkenden Aufschlussmittel** die Augen schädigen können. Ist der Leim fertig hergestellt, kann die Brille zum Anrühren und Vermalen der Farbe wieder abgezogen werden.

Zum Herstellen einer Caseinfarbe löst man einen Teelöffel **gelöschten Kalk (Calciumhydroxid)** in 100ml Wasser und rührt gut um oder schüttelt, bis eine **konzentrierte Suspension** entstanden ist. Dann gibt man etwa die dreifache Menge (3 Teelöffel) an getrocknetem Casein hinzu. Durch Schütteln oder Umrühren erhält man den

Caseinleim. Nach dem Absetzen des Schaums werden die nicht aufgeschlossenen Caseinklumpen abgeschöpft. Danach wird nochmals umgerührt oder geschüttelt. Der Caseinleim kann direkt mit einem Pigment wie Ultramarinblau zu einer Malfarbe angerührt werden. Diese Farbe **eignet sich zum Malen auf Holz, auf trockenem Putz oder auf Beton.** Die Farbe wird direkt auf die Wände mit einem Pinsel aufgemalt und trocknet danach relativ schnell. Sie **härtet gut aus** und ist bei einer richtigen Zubereitung **abriebfest**.

Zum Herstellen einer Farbe **aus frischem Quark** presst man Magerquark durch ein Tuch und entfernt den flüssigen Anteil der Molke. Das **Filtrat** im Tuch ist trockener als der Quark. Es wird in eine **Reibschale** gegeben und zusammen mit einer konzentrierten Suspension von Calciumhydroxid in Wasser (=Sumpfkalk) zerrieben. Nach dem Zerreiben erhält man eine **zähflüssige Masse**, die sich als Caseinleim zur Farbenherstellung eignet.

Zur Herstellung größerer Mengen kann dieses Rezept verwendet werden:

100 ml Wasser intensiv verrühren und schütteln mit
3 g Calciumhydroxid
8 g Milchcasein
50 g Pigment

Die Caseinfarbe ist nur einige Tage haltbar und muss unter Luftabschluss aufbewahrt werden. Das Aufbewahrungsgefäß sollte immer wieder mal geschüttelt werden, damit das Casein nicht so schnell aushärtet.

Forrás:

<http://www.seilnacht.com>

<http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de>

[/alte_seite_du/material/milch/milcheiweiss/trennung_casein.pdf](http://alte_seite_du/material/milch/milcheiweiss/trennung_casein.pdf)

Beküldési (postára adási) határidő: 2015. április 10.

Cím:

Dr. Horváth Judit (KÖKÉL német fordítási verseny)

ELTE TTK Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a **lap mindkét szélén legalább 1-1 cm margót** (a pontoknak). Minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya** valamint **iskolájának neve**. A lapokat kérem **összetűzni!** Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címzésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: MacLean Ildikó

Kedves Diákok!

A 2014/2015-ös tanév első fordulójában sokan könnyedén birkóztatok meg a „Breaking bad” c. filmsorozatban látott egyik kémiai kísérlet hátterének, pontos kémiai tartalmának magyarázatával. most is folytatjuk a sorozatban látottak elemzését, valóságtartalmának latolgatását. Előtte azonban **Szigetvári Barnabás** (Veszprém, Ipari Szakközépiskola és Gimnázium, 11. a osztály) fordításán keresztül tekintsük át a 2014/4. számban szerepelt szöveget!

A 2014/4. számban közölt szakszöveg mintafordítása:

Kémia a mozivásznon

Jonathan Hare elmagyarázza...

Totál szívás – gengszterek megmérgezése **foszfin**¹ gázzal

A Totál szívásban

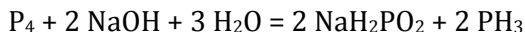
Walter White, a rossz passzban lévő gimnáziumi kémiatanár megtudja, hogy végső stádiumú rákja van. A családjá küzd, hogy kifizesse a számlákat, ezért elhatározza, hogy kémiai tudását illegális drogok előállításának szenteli. Összeállva Jesse-szel, a helyi drogdílerrel, metamfetamint gyártanak, amelyet az utcán meth-nek, vagy kristályos meth-nek neveznek.

Majdnem azonnal minden rosszra fordul, amikor a rivális gengszterek azzal fenyegetik őket, hogy végeznek velük. Az életéért alkudozva Walter elviszi őket a laborjába azzal az ígérettel, hogy megmutatja nekik, hogyan lehet első osztályú meth-et készíteni. Azt fontolgatva, hogy mitévő legyen, elindítja a folyamatot, és sikerül **összehoznia egy olyan reakciót**², amely mérgező gázokat termelve megöli a rosszfiúkat. Egy edényben vizet melegít, és amikor az forrni kezd, beleszór egy üvegni **vörösfoszfort**³. A szikraeső elég zavarodást kelt ahhoz, hogy White kimeneküljön, és az ajtót zárva tartva a füst és mérgező gázok csapdájába ejti a rosszfiúkat. Később Walter így magyarázza a dolgot Jesse-nek: „A vörösfoszfor nedvesség jelenlétében

és melegítéssel katalizálva **foszfor-hidridet**⁵ ... foszfin gázt termel... egy jó kis szippantás és....

Okos megoldás szorult helyzetekből való meneküléshez, de vajon kémiailag helyes-e?

Nem minden foszfor egyforma. A foszfor nedvességgel reagálva valóban foszfint (PH_3) eredményez, amely egy színtelen, gyúlékony és mérgező gáz (F.p (forráspont) -87°C , veszélyes mennyisége kb. 50 ppm a levegőben). Azonban a standard, ipari reakcióhoz a vörös helyett inkább **fehérfoszfor**⁴ és **tömény**⁶ NaOH-oldat szükséges.



A foszfingáz a tiltott meth előállításának veszélyes **mellékterméke**⁷, tehát valószínűleg innen származik az ötlet.

A vörös- és fehérfoszfor allotróp módosulatok, a fehérfoszfor P_4 -molekulákból áll, a vörösfoszfor pedig amorf szerkezetű. A fehér sokkal reakcióképesebb, mint a vörös, és melegítéssel vörössé alakítható, ami ezután forró vízzel tisztítható. A felhevített vörösfoszfor képes reakcióba lépni hidrogénnel és PH_3 -má alakul, de Walternek csak forró gőz állt a rendelkezésére.

Az biztos, hogy amit Walter használ, valójában vörösfoszfor, így kémiailag nem helytálló a történet. Mivel gázlángon melegítette az edényt, a szikrák a lángban elégő foszforból származhattak (a vörösfoszfor levegőn 260°C fölött gyullad meg), de csak vörösfoszfort szórva egy gőzölgő, vízzel teli serpenyőbe, nem termelődhetne annyi foszfingáz, mint amennyi a leírásban szerepel.

A foszfin tulajdonságai

A foszfin (IUPAC neve: **foszfán**⁸) egy vegyület, melynek képlete PH_3 . Színtelen, gyúlékony, mérgező gáz. Tiszta állapotban szagtalan, de a technikai tisztaságú foszfin szaga fokhagymára vagy rothadó halra emlékeztet, és rendkívül kellemetlen, ennek oka a szubsztituált foszfin és difoszfin. Nyomokban jelenlévő difoszfin jelenlétében a foszfin spontán elég levegőn, vakító fénnel. A foszfinok a **szerves foszforvegyületek**⁹ egy csoportja is egyben, melynek képlete: R_3P (R = **szerves oldallánc**¹⁰).

A szerves foszforvegyületek fontosak azon katalizátorokban is, amelyekben különböző fémionokkal képeznek komplexet; a királis

foszfinokból származtatható komplexek olyan reakciókat tudnak katalizálni, amelyek **királis**¹¹, **enantiomerekben feldúsult**¹² terméket eredményeznek.

Története

Talán az elemi foszforral való szoros kapcsolata miatt a foszfint az elem gáz-halmazállapotú formájának gondolták, de Lavoisier (1789) rájött, hogy ez a foszfornak a hidrogénnel alkotott vegyülete, és a „**foszfor hidrogenidjének**¹³” vagy a „**hidrogén foszforidjának**¹⁴” nevezte.

Thénard (1845) **hűtött csapdát**¹⁵ használt arra, hogy elkülönítse a difoszfint a **kalcium-foszfidból**¹⁶ fejlesztett foszfintól, így bizonyítva, hogy a P_2H_4 felelős a spontán égési hajlamért, amelyet a PH_3 -nak tulajdonítottak, és a jellegzetes narancssárga/barna színért, amely felületeken jelenik meg, és amely egy polimerizációs termék. Úgy vélte, hogy a difoszfin képlete PH_2 és így az átmenet az elemi foszfor, a hosszú polimerláncok és a foszfin között.

A kalcium-foszfid (azaz a Ca_3P_2) több P_2H_4 -t termel, mint más foszfidok, ugyanis a kiindulási anyagban a **P-P kötések túlsúlyban**¹⁷ vannak.

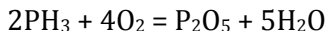
Szerkezet és tulajdonságok

A PH_3 **háromszög alapú piramis**¹⁸ alakú molekula. A P–H kötések hossza 1,42 Å, a P–H kötésszöge pedig 93,5°. A dipólusmomentuma 0,58 D, ez a metilcsoportok számának növekedésével nő a következő sorozatban: CH_3-PH_2 , 1,10 D; $(CH_3)_2PH$, 1,23 D; $(CH_3)_3P$, 1,19 D. Ezzel ellentétben az aminok dipólusmomentuma a helyettesítéssel csökken, az ammóniával kezdve, aminek 1,47 D a dipólusmomentuma. A kis dipólusmomentum és a majdnem **derékszögű**¹⁹ **kötésszög**²⁰ arra utal, hogy a foszfor 3s pályája csak kismértékben járul hozzá a P–H kötéshez a molekulában. Tehát a foszfor nemkötő elektronpárját a 3s pályán lévő elektronpár alkotja leginkább. Ennek az elektronszerkezetnek az a következménye, hogy a foszfin nem nukleofil, és csak gyenge hidrogénhídkötést tud létesíteni.

A PH_3 vízdoldhatósága csekély: 0,22 ml gáz oldódik 1 ml vízben. A foszfin sokkal jobban oldódik apoláris oldószerekben, mint vízben az apoláris P–H kötés miatt. Vízzel szemben se nem sav, se nem bázis.

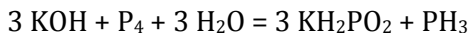
A **protonátmenet**²¹ savas közegben foszfóniumionon (PH_4^+) keresztül, lúgos közegben pedig PH_2^- ionon keresztül történik. **Egyensúlyi állandók**²²: $K_b = 4 \cdot 10^{-28}$ és $K_s = 41,6 \cdot 10^{-29}$.

A foszfin égésekor sűrű, fehér foszfor-pentoxid füst fejlődik:



Előállítás és előfordulás

A foszfin többféleképpen állítható elő. Az iparban fehérfoszfor és nátrium- vagy kálium-hidroxid reakciójával állítják elő. **Nátrium- vagy kálium-hipofosfitok**²³ keletkeznek melléktermékként.



A másik lehetőség a fehérfoszfor savkatalizált **diszproporcionálódása**²⁴, amely foszforsavat és foszfint eredményez. Mindkettő ipari jelentőségű; a savval katalizált folyamatot akkor alkalmazzák, amikor a foszfint tovább alakítják valamilyen helyettesített foszfinná.

A savval katalizált előállítás esetén tisztításra és nagy nyomásra van szükség.

Mint ahogy már korábban ismertettük, fém-foszfid, pl. alumínium-foszfid vagy kálium-foszfid hidrolízisével is előállítható. P_2H_4 -mentes, tiszta foszfin KOH és foszfónium-jodid reakciójával állítható elő.

A foszfin az atmoszféra alkotója, nagyon kis és erősen változó koncentrációban. Jelentősen hozzájárulhat a foszfor globális biokémiai körforgásához. A legvalószínűbb forrása a foszfát redukciója a szerves anyag bomlása során, ami valószínűleg részleges redukción és diszproporcionálódáson keresztül történik, mivel a környezetben nem ismert olyan redukálószer, amely elég erős lenne ahhoz, hogy a foszfátot közvetlenül foszfinná alakítsa.

Biztonság

A foszfingáz nagyobb sűrűségű a levegőnél, ezért az alacsonyan fekvő területeken gyűlik össze. A levegővel robbanóelegyet alkot és öngyulladásra is képes.

A foszfin belélegzéssel kerül a szervezetbe. Közvetlen érintkezés folyékony foszfinnal, bár ennek csekély a valószínűsége, fagyási

sérüléseket okoz, más **alacsony hőmérsékletű**²⁵ folyadékokhoz hasonlóan.

A foszfingáz leginkább a légzőszervrendszert támadja meg.

A szövegben előfordult, fordításkor nehézséget okozott szakkifejezések:

¹**phosphine**: foszfin

² **to contrive a reaction to**: kieszel egy olyan reakciót, hogy...

³**red phosphorus**: vörösfoszfor, s nem pedig piros!

⁴**white phosphorus**: fehérfoszfor. Érdemes megfigyelni, hogy magyarul mindkét allotróp nevét egybeírjuk, szemben az angol helyesírással.

⁵**phosphorus hydride**: a foszfor hidridje, melyet magyarul foszfor-hidrogénnek vagy egyszerűen foszfinnak nevezünk.

⁶**concentrated**: tömény vagy koncentrált, ám sűrűként semmiképp ne fordítsátok.

⁷**by-product**: melléktermék

⁸**phosphane**: foszfán

⁹**organophosphorus**: szerves foszforvegyületek

¹⁰**organic derivative**: szerves származék. Az eredetiben a használat kissé megtévesztő, mert a kifejezést nem az R-csoportra, hanem a teljes vegyületre szokás használni angolul is.

¹¹ **chiral**: királis

¹²**enantiomerically enriched**: enantiomerekben feldúsult.

¹³**hydruyet of phosphorus**: foszfor hidrogenidje, régies francia néven

¹⁴**phosphuret of hydrogen**: hidrogén foszforidja

¹⁵**cold trap**: hűtött csapda

¹⁶**calcium phosphide**: kalcium-foszfid; magyarul használjuk a kötőjelet, míg angolul különírjuk a két tagot.

¹⁷**preponderance of P-P bonds**: a P-P kötések túlsúlya

¹⁸**trigonal pyramidal**: trigonális piramis a bevett magyar elnevezés, de háromszög alapú piramisnak is nevezhető. Ez esetben az idegen

elnevezés nyelvünkben is bevett forma.

¹⁹**orthogonal**: derékszögű

²⁰**bond angle**: kötésszög

²¹**proton exchange**: protonátmenet

²²**equilibrium constant**: egyensúlyi állandó

²³**sodium or potassium hypophosphite**: nátrium- vagy kálium-hipofoszfít

²⁴**disproportioning**: diszproporcionálódás

²⁵**cryogenic**: alacsony hőmérsékletű

A 2014/4. számban megjelent szöveget legjobban lefordító tíz fordító eredménye:

Vörös Zoltán 12. C	Váci Mihály Gimnázium, Tiszavasvári	98
Varga Mátyás 12. C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimn., Pécs	98
Lobenwein Marcell 10. A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	97
Szokolai Péter 12. C	ELTE Radnóti Miklós Gimnázium, Budapest	97
Zajác Miklós 9. NY A	Lovassy László Gimnázium, Veszprém	96
Hegyi Zoltán 12. oszt	Janus Pannonius Gimnázium, Pécs	96
Szigetvári Barnabás 11. A	Ipari Szakközépiskola és Gimn., Veszprém	93
Gyurman Csenge 12. NYEK	Szerb Antal Gimnázium, Budapest	93
Élő Bendegúz 10. A	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	93
Horváth K. Krisztina 13. oszt.	Zentai Gimnázium, Zenta	93

Íme, az újabb fordítandó feladat amelynek témáján a karácsonyi sütés-főzés során talán már többen is elgondolkodtatok, ha nem is épp a „seviche” kapcsán. A fordítandó szöveg a legutóbbi feladathoz hasonlóan a konyhába vezet bennünket:

On-screen chemistry

Breaking Bad IV – can a little crystal blow up a room?

Jonathan Hare investigates exploding crystals

In *Breaking Bad*,¹ Walt is a high school chemistry teacher turned criminal producing amphetamine (crystal meth) to sell on the black market. At one point his partner, Jesse, gets swindled and beaten up by a psychopathic gangster called Tuco. Walt confronts Tuco and offers him some more crystals but insists on being paid immediately. Tuco starts to get nasty ... but Walt has a plan.

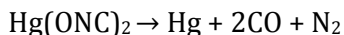
Bogus crystals

In anticipation of the negotiations not going to plan, Walt hasn't actually given Tuco a bag of crystal meth but in fact crystals of 'fulminate of mercury' – a high explosive! He throws a crystal on the ground which detonates creating an almighty explosion. In the last scene, we see Walt walking victoriously from the smoking remains of Tuco's office clutching a bag of money!

Could a small crystal of mercury fulminate really do so much damage? Mercury fulminate (or fulminate of mercury, as Walt rightly calls it) $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ is a very unstable and explosive compound. Although first prepared back in 1800, because of its instability the crystal structure was only fully determined as recently as 2007. It is prepared by reacting mercury with nitric acid and then adding ethanol. The crystals are usually brown to grey (due to colloidal mercury) and large crystals are extremely unstable. Silver fulminate can also be prepared in a similar way but is too sensitive for commercial use, though some crackers and children's toy caps (e. g. Fun Snaps) sometimes make use of it.

A big bang...

Pressure changes, vibrations and shock can lead to detonation. The explosive properties can be demonstrated in the lab by hitting a very small crystal (ca. $< 1\text{mm}^3$) with a hammer. Detonation produces mercury vapour, carbon monoxide and nitrogen. One explosion pathway could be:



Walt's crystals are transparent and 1000 times larger than the demonstration crystals mentioned above. If they could have been prepared at all without detonation they would have been very unstable to carry around but could indeed have created a very powerful explosion. Also, the shock wave would no doubt have detonated the other crystals in the bag on Tuco's desk. I doubt there would have been such a great quantity of flames issuing from the explosion as you see in the film. Had Walt and Tuco survived the explosion, they would not have been able to hear for a long while!

Fulminate compounds

Fulminates are chemical compounds which include the fulminate ion. The fulminate ion, CNO^- is a pseudohalic ion, acting like a halogen with its charge and reactivity.

Due to the instability of the ion, fulminate salts are friction-sensitive explosives. The best known is mercury fulminate, which has been used as a primary explosive in $\text{C}\equiv\text{N}^+-\text{O}^-$ detonators. Fulminates can be formed from metals, such as silver and mercury, dissolved in nitric acid and reacted with alcohol. It is largely the presence of the weak single nitrogen-oxygen bond which leads to its instability. Nitrogen very easily forms a stable triple bond to another nitrogen atom, forming gaseous nitrogen. Fulminating gold, silver, and platinum (Latin, fulmen, lightning flash, thunderbolt) are formed by precipitating solutions of these metals with ammonia. They are perhaps nitrides or hydrated nitrides, or perhaps they contain hydrogen as well as nitrogen and water of composition, but they contain no carbon and must not be confused with the fulminates which are salts of fulminic acid, HONC . They are dangerously sensitive, and are not suited to practical use.

Fulminates were discovered by Edward Charles Howard in 1800. Their use in firearms in a fulminating powder was first demonstrated by a Scottish minister, A. J. Forsyth, who was granted the patent to it in 1807. Joshua Shaw then made the transition to their use in metallic encapsulations, to form a percussion cap, but did not patent his invention until 1822.

In the 1820s, the organic chemist Justus Liebig discovered silver fulminate (Ag-CNO) and Friedrich Woehler discovered silver cyanate

(Ag-OCN). The fact that these substances have the same chemical composition led to an acrid dispute, which was not resolved until Jšns Jakob Berzelius came up with the concept of isomers.

Fulminic acid

Fulminic acid is a compound with a molecular formula HCNO . This substance was discovered in 1824 by Justus von Liebig. It is an organic acid and an isomer of isocyanic acid, discovered one year later by Friedrich Woehler.

Fulminic acid and its salts (fulminates), for instance mercury fulminate, are very dangerous, and are often used as detonators for other explosive materials, and are examples of primary explosives. The vapours also are toxic.

Mercury(II) fulminate

Mercury(II) fulminate, or $\text{Hg}(\text{CNO})_2$, is a primary explosive. It is highly sensitive to friction and shock and is mainly used as a trigger for other explosives in percussion caps and blasting caps. Mercury (II) cyanate, though its formula is identical, has a different atomic arrangement; the cyanate and fulminate anions are isomers.

First used as a priming composition in small copper caps after the 1830s, mercury fulminate quickly replaced flints as a means to ignite black powder charges in muzzle-loading firearms. Later, during the late 19th century and most of the 20th century, mercury fulminate or potassium chlorate became widely used in primers for self-contained rifle and pistol ammunition. Mercury fulminate has the distinct advantage over potassium chlorate of being non-corrosive, but it is known to weaken with time. Today, mercury fulminate has been replaced in primers by more efficient chemical substances. These are non-corrosive, less toxic and more stable over time; they include lead azide, lead styphnate and tetrazene derivatives. In addition, none of these compounds replacing $\text{Hg}(\text{II})$ fulminate requires mercury for manufacture, supplies of which can be unreliable in wartime.

Preparation

Mercury (II) fulminate is prepared by dissolving mercury in nitric acid and adding ethanol to the solution. It was first prepared by Edward

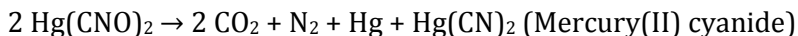
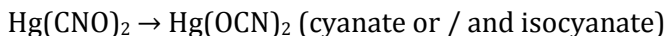
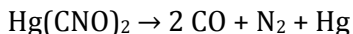
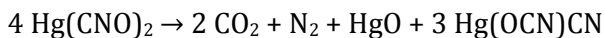
Charles Howard in 1800. The crystal structure of this compound was only determined in 2007.

Silver fulminate can be prepared in a similar way, but this salt is even more unstable than mercury fulminate; it can even explode under water and is impossible to accumulate in large amounts because it detonates under its own weight.

Decomposition

The thermal decomposition of mercury (II) fulminate can begin at temperatures as low as 100 °C, though it proceeds at a much higher rate with increasing temperature.

A possible reaction for the decomposition of mercury (II) fulminate yields carbon dioxide gas, nitrogen gas, and a combination of relatively stable mercury salts.



Forrás:

Breaking Bad, episode 6 of the first series DVD, Sony Pictures, 2011

http://www.rsc.org/images/The-Mole-Nov2012-Breaking-Bad_tcm18-223751.pdf

http://lem.ch.unito.it/didattica/infochimica/2008_Esplosivi/Fulminate.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Mercury%28II%29_fulminate

Mindenkit kérek arra, hogy a dokumentumokat **csatolt fájlként** (.doc formátumban!) küldje és a dokumentum bal felső sarkában szerepeljen a neve, iskolája és osztálya. A dokumentum elnevezésekor a neveteket feltétlenül tüntessétek fel!

A 2015/1-es fordítást az alábbi email-címre, elektronikusan küldjétek:

kokelangol@gmail.com

Beküldési határidő: 2015. február 9.

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Kalydi György

Kedves Diákok!

Ebben a számban csak az első illetve a második idézet megoldásait és a kapott pontokat közlöm. Az új idézetek megoldásait az alábbi címre küldjétek: **kalydigy@gmail.com**. Vagy levélben ide: Krúdy Gyula Gimnázium, Győr, Örkény út 8-10. 9024.

Beküldési határidő: 2015. február 9.

Jó versenyzést kívánok mindenkinek!

Megoldások

1. idézet

1. A periódusos rendszer I. főcsoportjában, a harmadik periódusban található. Másik nevük: alkálifémek. Ide tartozik még a lítium, a kálium, a rubídium, a cézium és a francium. (5)
2. A lángfestés értelmezése: Egy atomban az elektronok jól meghatározott energiájú állapotban vannak. Ezek az elektronok csak bizonyos energiaszinteken lehetnek. Ha egy atommal energiát közlünk, pl. melegítjük, akkor az elektronok egy magasabb energiaszintű pályára lépnek, ún. gerjesztett állapotba kerülnek. Ez kevésbé stabil, mint az alapállapot, igyekeznek oda visszatérni. Közben a felvett energiát valamilyen módon (fény, hő, elektromágneses sugárzás) kibocsátják. Lítium: kárminvörös, nátrium: sárga, kálium: fakóibolya, rubídium: vörösesibolya, cézium: kékesibolya. (14)
3. Szürke színű, szilárd halmazállapotú fém. Jól vezeti az áramot és a hőt, könnyűfém. Puha, késsel vágható. (5)

4. $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ NaOH} + \text{H}_2$, Keletkezett: nátrium-hidroxid, hidrogén-gáz. (4)
5. Az elektródok grafitból vannak. A: $2 \text{ Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{ e}^-$,
K: $2 \text{ Na}^+ + 2 \text{ e}^- = 2 \text{ Na}$ (5)
6. Az anódon ugyanúgy klórgáz keletkezne. A katódon azonban hidrogén-gáz keletkezik, K: $2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$. Azért lesz vízbon-tás, mert ahhoz kevesebb energia szükséges, mint a nátrium levá-lasztásához. (6)
7. $2 \text{ Na} + 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{-OH} = 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$. A termékek: nátrium-etoxid és hidrogén-gáz. (4)
8. Kősó: NaCl , lúgkő: NaOH , szóda: Na_2CO_3 , szódabikarbóna: NaHCO_3 , trisó: Na_3PO_4 . (10)

Összesen: 53 pont

2. idézet

1. Fahrenheit 1724-ben, Celsius 1742-ben, mutatta be a hőmérőjét. Fahrenheit a skála alsó pontjának (0°F) a jég-só keverék lehetséges legalacsonyabb hőmérsékletét, felső határának (100°F) az egész-séges ember testhőmérsékletét vette. Celsius a víz forráspontját 0°C -nak, a fagyáspontját 100°C -nak vette. Strömer javaslatára cse-rélték meg az alappontokat és így született a ma használatos skála. (10)
2. $t(^{\circ}\text{F}) = 9/5 t(^{\circ}\text{C}) + 32$; $t(^{\circ}\text{C}) = 5/9[t(^{\circ}\text{F}) - 32]$. 131°F , $5/3^\circ\text{C}$ (6)
3. $T = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$. A kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének $1/273,16$ -szorososa. (5)
4. A hőmérsékletmérés alapelve az, hogy a folyadékok a melegítés hatására kitágulnak és egy vékony kapillárisban elmozdulnak. Fo-lyadék lehet pl.: higany (már betiltották), etanol, pentán. (7)

Összesen: 28 pont

A javítás alapján a következő pontszámok születtek.

	Név	Iskola	1	2.	Σ
			52	28	80
1.	Baglyas Márton	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	52	28	80
2.	Hús Luca	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	52	27	79
3.	Kerekes M. Nikolett	II. Rákóczi Ferenc Gimn., Budapest	52	26	78
4.	Takács Péter György	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	51	26	77
5.	Járai Viktória	Vasvári Pál Gimn., Székesfehérvár	50	25	75
6.	Zajác Miklós	Lovassy László Gimnázium, Veszprém	50	24	74
7.	Szemes Beatrix	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	48	26	74
8.	Kerekes Klaudia	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	48	26	74
9.	Koloszár Dániel	Széchenyi István Gimnázium, Sopron	46	27	73
10.	Soós Anna	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimn., Pécs	50	22	72
11.	Balázs Ágnes	Arany János Gimn., Berettyóújfalu	48	24	72
12.	Tolvaj Beatrix	Arany János Gimn., Berettyóújfalu	47	24	71
13.	Lettner Hanna	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimn., Pécs	52	17	69
14.	Kulcsár Virág	Premont. Szt. Norbert Gimn., Gödöllő	50	17	67
15.	Szabó Renáta	Katona József Gimnázium, Kecskemét	42	24	66
16.	Ifjú Mandula	Tatabányai Árpád Gimnázium	47	19	66
17.	Kontra Fanni	II. Rákóczi Ferenc Gimn., Budapest	47	19	66
18.	Nagy Ferenc		44	22	66
19.	Czukur Ákos	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimn., Pécs	41	24	65
20.	Szatmári Réka	Németh László Gimnázium, Budapest	41	22	63
21.	Gyarmati Marcell	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	45	17	62
22.	Nyariki Noel	Berzsenyi Dániel Gimn., Budapest	41	21	62
23.	Bazsó László	Arany János Gimn., Berettyóújfalu	40	19	59
24.	Óvári Márton	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	44	15	59
25.	Kiss Laura	Katona József Gimnázium, Kecskemét	41	17	58
26.	Korponai Ákos	Zentai Gimnázium	40	17	57

27.	Nagy Borbála	Premontr. Szt. Norbert Gimn., Gödöllő	40	17	57
28.	Horvay Tamás	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimn., Pécs	36	20	56
29.	Szokolai Péter	ELTE Radnóti Miklós Gimn., Budapest	40	16	56
30.	Benda Dávid	Premontr. Szt. Norbert Gimn., Gödöllő	41	14	55
31.	Teleki Zsófia	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	36	18	54
32.	Varga Soma	Szent Orsolya Gimnázium Sopron	41	13	54
33.	Gaál Klaudia	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	34	19	53
34.	Horváth Attila		29	23	52
35.	Tóth Dorián	Premontr. Szt. Norbert Gimn., Gödöllő	35	17	52
36.	Orbán Dominika		36	15	51
37.	Holló Teodóra	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	40	11	51
38.	Sásdi Bence	Petőfi Sándor Gimnázium, Bonyhád	38	10	48
39.	Desső Daniella		37	11	48
40.	Pusztai Bence	Premontr. Szt. Norbert Gimn., Gödöllő	30	18	48
41.	Pércsi Dániel	Szt. Bazil Okt. Központ, Hajdúdorog	28	15	43
42.	Majer Bátor	II. Rákóczi Ferenc Gimn., Budapest	26	17	43
43.	Szabó Rebeka		31	11	42
44.	Kocsis Júlia	ELTE Radnóti Miklós Gimn., Budapest	37	0	37

Új idézetek:

5. idézet

„A vizet – ezt saját szememmel láttam – mindenesetre ezzel desztillálják; a szomszédos üregben ott állanak a párolólombikok. A Back Cup lakóinak nincs szükségük arra, hogy a szigetre bőven ömlő esővizet felfogják. A villanyteleptől néhány lépésnyire óriási vízgyűjtő medencét látok, olyasfélét, amilyent a Bermudákon volt alkalmam megcsodálni, csak ez persze jóval kisebb annál. Ott tízezer lakos vízszükségletéről volt szó, ez azonban nem lát el többet, mint száz...hogy is mondjam... Nem is tudom, minek nevezzem őket.” (Jules Verne: A francia zászló)

Kérdések:

1. Jellemezd a víz molekulaszervezetét!
2. Ismertek a következő elnevezések: nehézvíz, választóvíz, királyvíz, kemény víz, szódavíz, kristályvíz, csarnokvíz. Értelmezd ezeket az elnevezéseket! Ahol lehet képletet is írf!
3. A víz amfoter vegyület. Mit jelent ez? Írf még négy ilyen anyagot!
4. Írd le a kénsav vízzel való biztonságos hígításának folyamatát! Miért kell ügyelni a megfelelő sorrendre?
5. Mit jelent a víz autoprotolízise? Egyenletet is írf!
6. Elektrolízissel a vizet alkotórészeire lehet bontani. Írd fel az anód- illetve a katód-folyamatot!

6. idézet

„Egy pillanatra úgy érezte, hogy a tartályban lebeg és a rettegéstől elszoruló szívvel bámulja a piramis alját a plexiüvegen át.” (Dan Brown: Az elveszett jelkép)

Kérdések:

1. A plexi egy műanyag. Mi a monomerje? A szerves vegyületek melyik csoportjába tartozik?
2. Írf fel legalább 3 előnyös tulajdonságot, ami igaz a plexire!
3. A plexi polimerizációs folyamat során keletkezik. Mit jelent a polimerizáció?
4. A műanyagokat sokszor csak nagybetűvel jelölik. Írd le a következő műanyagok pontos nevét: PVC, PE, PP, PS, PC, PTEE!
5. A nátrium-poliakrilátot az eldobható pelenkákba teszik. Vajon miért?

„HATÁRTALAN KÉMIA...”



Szalay Luca

Szubjektív beszámoló a XIV. Országos Neveléstudományi Konferenciáról

Az Országos Neveléstudományi Konferencia a Magyarországon és a határon túli magyarlakta régiókban pedagógiával foglalkozó szakemberek évente megszervezett szakmai rendezvénye. A Magyar Tudományos Akadémia Pedagógiai Tudományos Bizottsága kezdeményezésére és szakmai felügyelete mellett megvalósuló sorozat 14. tagját 2014. november 6-8. között a Debreceni Egyetemen rendezték meg. Kémiantanárok számára az esemény különlegessége az volt, hogy a konferencia elnöke (és egyben annak megvalósulásáért minden bizonnyal a legtöbbet dolgozó szakember) Tóth Zoltán, a Debreceni Egyetemen kémiai didaktikai kutatásokat vezető docens, a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiantanári Szakosztályának elnökségi tagja volt. A konferencia részletes programja letölthető a rendezvény honlapjáról [1]. Terjedelmi okokból e cikkben a több száz résztvevő által az előadásokban, a posztereken, valamint a konferencia kötetében [2] megjelenített gondolatok közül csak néhány, számomra érdekesnek tűnő megállapítás felvillantására van lehetőség. Azonban érdemes (virtuálisan) végiglapozni a 472 oldalas konferenciakötet tartalomjegyzékét, hiszen bizonyára mindenki talál az egyéni érdeklődésének megfelelő más témájú kutatásokról szóló beszámolókat is.

Tudjuk, hogy a képességek fejlődésének értékelése sokkal nehezebb feladat, mint a ténybeli tudás mérése. Fokozottan igaz ez a megállapítás az olyan esetekben, amikor a másokkal való együttműködésről (csoportmunka, hatékony kommunikáció), illetve a kreativitásról, a problémamegoldás (pláne a kollaboratív problémamegoldás!) képességéről van szó. A „21. században elvárt képességek számítógép alapú

mérése” című szimpózium előadásai olyan munkákról számoltak be, amelyek ezekre, a máskülönben nehezen megfogható és értékelhető területekre próbáltak megbízhatóan működő, technológiai alapú online mérőeszközöket fejleszteni. Erre a már létező innovatív item-formátumok, az azonnali visszajelzés lehetősége, a dinamikus item-megjelenítés és a multimédiás elemek alkalmazása ad módot. A mérések az eDia rendszer használatával valósultak meg, osztálytermi környezetben. Az elemzések klasszikus és valószínűségi tesztelméleti modellekkel történtek.

A fenti szimpózium számomra talán legmegdöbbentőbb eredményeket bemutató előadása a *„Dinamikus problémamegoldás fejlődése és a sikerességet meghatározó problémamegoldó stratégiák változása a 3-9. évfolyamon”* címet viselte (előadó Molnár Gyöngyvér, Szegedi Tudományegyetem, SZTE). Nem szorul külön bizonyításra, hogy a problémamegoldó gondolkodás, amely lehetővé teszi az ismeretlen helyzetekben való eligazodást, a 21. század gyorsan változó társadalmában egyre fontosabb szerepet betöltő képesség. A kutatók munkájuk során a következőkben felsorolt megállapításokat tették. A képességfejlődés mértéke a vizsgált évfolyamokon viszonylag lassú és évfolyamonként változó, átlagosan évenként a szórás ötöde. Menete egy olyan görbével jellemezhető, amelynek inflexiós pontja a 6. évfolyamra tehető. Ekkortól az addig gyorsuló képességfejlődés fokozatosan lelassul. A diákok között az egy évfolyamon belül jelentkező képességszintbeli különbség nagyobb, mint a 3. és 9. évfolyamos diákok átlagos teljesítménye közötti különbség nagysága(!). Minden egyes vizsgált évfolyamra igaz, hogy a legalacsonyabb képességszintű diákok egy átlagos 3. évfolyamos diák képességszintjét sem érik el. Ugyanakkor a legjobb teljesítményt mutató diákok már harmadikban is szignifikánsan magasabb képességszintűek, mint egy átlagos kilencedik évfolyamos diák. A diákok stratégiaválasztási szokásai előrejelzik a problémamegoldás teszten mutatott teljesítményüket. Akik a mindennapi életben felmerülő problémák megoldása során jobban preferálják a rendszer-szemléletű stratégiákat, magasabban teljesítenek dinamikusan változó ismeretlen problémahelyzetekben, míg a próba-szerencse alapú stratégiaválasztók tipikusan alacsonyabb teljesítményt mutatnak. (Ezt különösen figyelemreméltónak találom annak fényében, hogy a

„digitális bennszülött” diákjaink gyakran hagyatkoznak a „*trial and error*”, azaz „próba-szerencse” problémamegoldó stratégiára – már amennyiben ezt „stratégiának” lehet nevezni...). Ezt a kutatást nemzetközi szinten is hiánypótlóként ismertették, ugyanis eddig főképp a 15 éves korosztály tesztelésére alkalmazták az ilyen problémákat (ld. OECD PISA, [3]). Alkalmazásukra kisiskolás diákok körében, tág életkori intervallumban korábban még nem került sor.

„*A kreativitás számítógép alapú értékelésének lehetősége – divergens gondolkodást mérő feladatok pilot tesztelése*” című prezentáció előadója (Pásztor Attila, SZTE) elmondása szerint a kreativitás vizsgálatának a divergens gondolkodás az egyik legtöbbet kutatott területe. Az alkotó gondolatok megjelenése a kreativitás egyik meghatározó kognitív faktorának számít, s a kreatív potenciál indikátoraként is említik. A divergens gondolkodás mérésére irányuló tesztek felvétele és kiértékelése ugyanakkor nehézkes a papír alapú tesztelési módszerekkel. A problémák kezeléséhez nagyban hozzájárulhatnak a technológiai alapú mérés-értékelésben rejlő lehetőségek, úgymint az automatikus kiértékelés vagy az innovatív feladatmegjelenítés.

Megállapításaik szerint kisiskolás diákok körében számítógépes környezetben is hatékonyan alkalmazhatók a rövid verbális válaszokat elváró, divergens gondolkodást mérő feladatok. A technológia alapú mérés előnyei: jelentősen csökkentik a tesztelés idő- és költségigényét, továbbá lehetőséget adnak interaktív, manipulációt igénylő feladatok kialakítására, innovatív beviteli eszközök kipróbálásra is, amelyek segítségével a kreatív gondolkodás eddig nem vizsgált területei is mérhetővé tehetők.

Az „*Informatika a tanulás és a pedagógiai mérés szolgálatában*” címmel szervezett tematikus előadások közül az alábbiakban kettőt idézek fel. „*A netgeneráció elektronikus tanulási szokásainak elemzése*” (Fehér Péter, ELTE TTK) olyan kutatások eredményeit foglalta össze, amelyek a nagyon népszerűvé vált netgenerációs elméletek cáfolatára tettek kísérletet, s egyúttal felhívták a figyelmet a témakör árnyaltabb megközelítésére. Az empirikus kutatások eredményei azt mutatják, hogy a magyar tanulók információs és kommunikációs technológiákhoz kapcsolódó (IKT) kompetenciái elmaradnak a kívánatos szinttől, amely az IKT alapú eszközök hatékony alkalmazásának akadálya lehet. Másrészt az elektronikus tananyagok használata nem

szignifikánsan magasabb a hagyományos (papíralapú) tananyagokénál. Továbbá számos kihasználatlan lehetőség rejlik az e-learning területén a hazai felsőoktatás számára is. Az előadó véleménye szerint a felsorolt empirikus kutatások eredményeinek összegzése komoly alapot biztosíthat a tanulók számára megfelelőbb elektronikus oktatási környezetek kialakításához és a netgeneráció egyes sajátosságainak figyelembevételéhez az e-learning tananyagok létrehozása során.

Az *„Út az új generációs digitális tankönyvek megvalósításához”* (Hülber László, ELTE PPK) című előadás mondanivalója jelenleg különös aktualitással bír. Ugyanis az online médiában kritikus hangok fogadták az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet újonnan publikált kísérleti digitális anyagainak tartalmait és formáit [4]. A fent említett előadás kiindulópontja az volt, hogy az IKT oktatásban való megnövekedett szerepvállalása mellett természetes következmény, hogy a tanulás tartalmát rögzítő papíralapú hordozókat felváltják azok elektronikus változatai, a digitális tankönyvek. Az előadó értelmezésében digitális tankönyvekről akkor beszélhetünk, ha azok betöltik innovatív funkciójukat. Tehát nem pusztán a közvetítő eszköz változik meg általuk, hanem a tanulás hatékonyságának és élvezetességének elősegítése érdekében olyan digitális megoldásokkal élnek, amelyekre könyvalapú társaik nem képesek.

Vizsgálatukban hazai és nemzetközi kiadók digitális tankönyveit elemezték az általunk kidolgozott értékelési rendszerrel. Ezek alapján arra a következtetésre jutottak, hogy amíg a digitális tankönyveket készítőik a papíralapú tankönyvek digitalizált verziójaként, egy-két multimédiás elemmel kiegészítve képzelik el, nem várhatunk paradigmaváltást a tankönyvek új generációitól. A papír alapú fix tartalomkezeléssel szemben ugyanis, a technológia alkalmazásával lehetőség van személyre szabott digitális tananyagok kialakítására. A jó digitális tananyagnak megfelelő mennyiségű, típusában kiegyenlített számú, pedagógiai céllal rendelkező multimédiás elemet kell biztosítani a tanulási motiváció felkeltése és a megértés fokának növelése érdekében. A tankönyvi feladatoknak túl kell lépnie a korábbi hagyományokon, és együttműködésen alapuló, IKT eszközöket felhasználó autentikus feladatokat is fel kell kínálniuk. Továbbá az automatizált javítási mechanizmusok révén a technológia lehetőséget biztosít arra, hogy a tanulók akár önállóan is felmérjék tudásukat és a

számítógép javaslata alapján határozzák meg tanulási stratégiájukat. Az osztálytermi kommunikáció kiterjesztésében is számos haszonnal bír, ha a diákoknak változatos szinkrón és aszinkrón kommunikációs eszközök állnak rendelkezésükre a társaik, illetve a tanáruk irányába.

Mivel a fent ismertetett tematikus előadásokkal párhuzamosan zajlott, nem tudtam jelen lenni „*A PISA adatok mélyebb elemzése magyar szempontból*” című szimpóziumon. A konferencia kötetében olvasható absztraktból azonban megtudható, hogy „*A tanulási motívumok és stratégiák szerepe a magyar tanulók teljesítményében a PISA-mérések alapján*” című előadás (D. Molnár Éva, SZTE) a 2000-től Magyarország részvételével is zajló PISA-mérések eredményeinek másodelemzését végző kutatásról szólt. A különböző motívumok és stratégiák a PISA vizsgálatok állandó elemeként szerepelnek, amelyek az egyes mérések kapcsán kiegészültek, vizsgálatuk egyre komplexebbé vált. A tanulói teljesítményekkel való összefüggésük pedig rendre beigazolódott és a különböző országokban sajátos képet mutatott. Az eredmények szerint a magyar tanulók iskolához való viszonya alapvetően pozitív, az iskola szerves részének tekintik magukat, és úgy gondolják, hogy érdemes iskolába járniuk. Azonban a kutatók az intrinzik motiváció terén negatív értékekkel találkoztak. Az eredmények azt is jelzik, hogy azok a tanulók, akik magas önhatékonysággal rendelkeznek, jobb matematikai teljesítményt érnek el, mint társaik. A végső konklúzió szerint ezek a gyakorlat szempontjából fontos információk, amelyek arra hívják fel a figyelmet, hogy érdemes több időt szentelni a tanulók saját képességeinek, tanulási stratégiáinak megismerésére, fejlesztésére.

A „*Mi áll a tanulói teljesítményromlás hátterében? Az OKM és PISA mérés módszertani aspektusai*” (Németh Szilvia, T-Tudok Tudásmenedzsment és Oktatókutatató Központ Zrt.) előadásának kivonatából megtudhatjuk, hogy ők is egy érdekes kérdésre keresték a választ. Közismert ugyanis, hogy a 2012-es PISA-mérések eredményei szerint a magyar tanulók átlageredménye mindhárom vizsgált területen (szövegértés, matematika és természettudomány) alacsonyabb volt az OECD-átlagnál, valamint a matematikai és a természettudományi eredmények a korábbiakhoz képest szignifikánsan alacsonyabbak lettek. Ennek fényében különös, hogy a 2013 májusában tizenegyedik alkalommal megrendezett Országos Kompetenciamérés eredményeit bemutató jelentés szerint az adatok a közoktatás teljesítményének

időbeli alakulásában nem tanúskodnak semmilyen, statisztikailag alátámasztható változásról; a tanulók teljesítményének egyfajta stagnálására utalnak. Az előadás célja az volt, hogy összehasonlítsa a két kompetencia alapú vizsgálat módszertani bázisát, rámutasson a vizsgálatok módszertani különbségeire, valamint kiemelve és körüljárja annak a háttértényezőnek a vizsgálati módját és eredményét, amely történetesen mindkét esetben drámai befolyásról tett tanúbizonyságot a tanulói teljesítmény vonatkozásában: a tanulók szociokulturális háttérét felmérő kérdősorokat, beemelve a diskurzusba az eredményesség mellett a méltányosság kérdéskörét is.

Ez a rövid kis ízelítő tehát csak néhány (feltételezésem szerint a kémiatanár kollégák munkáját is közvetlenül érintő) kutatási irányról ad számot. Bőven esett azonban még szó a konferencián a tanárok szakmai fejlődéséről, a tehetséggondozásról, az Öveges laborokról, a szakképzés sajátosságairól, a hagyományos tankönyvek teszteléséről, a zöldenergia kommunikációjában megjelenő tévhitekről és más, a környezetvédelmi neveléssel kapcsolatos kérdésekről, s még nagyon sok más témáról is.

A legkedvesebb személyes élményem az volt, hogy a konferencián alkalmam volt megismerkedni és beszélgetni néhány nagyon lelkes és innovatív tanár kollégával, s újra találkozni régebben látott ismerősökkel is. Kellemes emlék maradt a konferencia kulturális programja is: a gyönyörű koncert a református nagytemplomban, a fergeteges néptáncbemutató a Debreceni Egyetem díszudvarán és a jó hangulatú társas vacsorák. Ez úton is gratulálok Tóth Zoltán tanár úrnak a kitűnő munkával megszervezett sikeres konferenciához!

Hivatkozások:

- [1] <http://onk2014.unideb.hu/program/>
- [2] http://onk2014.unideb.hu/wp-content/program_vegleges/ONK_2014_kotet.pdf
- [3] http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_merekek/pisa/pisa2012_osszefoglalo_jelentes.pdf
- [4] http://index.hu/belfold/2014/12/17/ezert_vettek_a_szulok_interaktiv_tablat/

(A honlapok utolsó megtekintésének időpontja 2014. december 20.)

MŰHELY



Sebestyén Annamária – Dr. Tóth Zoltán

A tanulók feladatmegoldó stratégiái és tudásszerkezete a vegyületek összetételével kapcsolatos számítási feladatokban

Bevezetés

A vegyületek összetételének ismerete elkerülhetetlen a kémiában. Gyakran találkozunk olyan feladatokkal, amelyekben a vegyület képletet kell meghatározni. Természetesen ennek a fordítottja is előfordul, amikor ismerjük a képletet, és ebből kell az alkotók arányát vagy mennyiségét kiszámolni egy adott feladatban. Kutatásunk ez utóbbira irányult.

Irodalmi áttekintés

A vegyületek összetételével kapcsolatos számolási feladatok megoldása öt különböző megoldási módszerrel lehetséges: mól-módszerrel, hármasszabállyal, kevert módszerrel, logikai úttal és dimenzióanalízissel. Az első három stratégia részletes bemutatása Schmidt (1990, 1994, 1997) az ötödik stratégiáé Tóth (2000) közleményében olvasható. A magyarországi iskolákban az ilyen jellegű sztöchiometriai feladatok megoldására alkalmas módszerek közül a tanulók az algoritmikus módszerekkel (mól-módszer, hármasszabály, kevert módszer) találkozhatnak. A logikai eljárás bemutatása nem jelenik meg a hazai tankönyvekben. A dimenzióanalízis az Amerikai Egyesült Államokban nagyon népszerű, de Európában nem terjedt el széles körben.

A hazai vizsgálatokat megelőzően német, majd később svéd középiskolásokat is bevontak ilyen kutatásokba. Ezek a tanulók az egyszerű sztöchiometriai számításokban a vegyületek összetételének meghatározásához sikerebben alkalmazták saját stratégiájukat, a logikai módszert, de bonyolultabb feladatok megoldásakor már algoritmikus módszereket használtak (Schmidt 1990, 1994, 1997; Schmidt és Jignéus, 2003).

Hasonló kutatás történt a magyar diákok körében, hat- és nyolcosztályos gimnáziumi tanulók részvételével. Ők az iskolában tanult stratégiákat részesítik előnybe, különösen a mól-módszert, a logikai úton próbálkozók száma nagyon alacsony. (Tóth és Kiss, 2004, 2005). A különbségek több dologra is visszavezethetők. Az eltérő eredmények egyik lehetséges okaként felvetődött, hogy a stratégiaváltást befolyásolják a feladatban megadott tömegek. A magyar felmérésben szereplő feladat („Hány gramm szén található 96 g MgC_2 -ban?”) eltér a német vizsgálatban szereplő eredeti problémától a MgC_2 tömegében („Hány gramm szén található 6 g MgC_2 -ban?”). Schmidt a MgC_2 tömegének 6 grammot választott. Szerinte: „A vegyület teljes tömegének olyan számot kell adni, hogy könnyen két részre osztható legyen, akár a moláris tömegek, akár a tömegek vagy anyagmennyiségek arányát vesszük figyelembe.” Ebből a tömegből azonban nem kapunk egész számot az anyagmennyiségre vonatkozóan ($6 \text{ g} : 48 \text{ g/mol} = 0,125 \text{ mol}$) és ez megnehezíti a mól-módszer használatát. A magyar kutatásban szereplő feladatban azért szerepelt a 96 g, mert ez nem csak könnyen kettéosztható mennyiség, hanem ebből az anyagmennyiség is könnyen kiszámolható ($96 \text{ g} : 48 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$).

Egy másik, szintén Magyarországon végzett vizsgálatban a kutató már olyan feladatlapot készített, amelynek egyik feladatában a „németyszerű” adatoknak megfelelően, a másikon a „magyarszerű” adatok szerint szerepelt a vegyület tömege (Pocsainé, 2005). A felmérés szintén középiskolások körében készült. A várttól eltérően a kutató nem tapasztalt különbséget a megoldási módszer megválasztásában a „németyszerű” és a „magyarszerű” adatok tartalmazó feladatok esetén. A két különböző tömegadatot tartalmazó feladat esetén is a tanulók az algoritmikus módszereket használták, legtöbbször ugyanazt a stratégiát a „németyszerű” és a „magyarszerű” feladatra is. A vizsgált

tanulók esetén a hármasszabály vált dominánssá, a feladatot megoldó tanulók leginkább ezt részesítették előnyben és ezzel is érték el a legjobb eredményt. A többi stratégia, a mól-módszer, a kevert módszer és a logikai módszer is megjelent a tanulók válaszaiban.

A debreceni egyetemisták körében végzett felmérés során is a korábbiakhoz hasonló eredményeket kaptunk (*Sebestyén és Tóth, 2006*). A dolgozatokban az öt lehetséges megoldási stratégia közül három, a mól-módszer, a hármasszabály és a kevert módszer fordult elő. A tanulók a hármasszabályt helyezték előtérbe, és ezen módszer alkalmazásakor voltak a legsikeresebbek. A középiskolások által használt mól-módszer az egyetemisták körében végzett felmérésben is sok helyen megjelenik, de nem ez a jellemző. A legtöbb hallgató a hármasszabállyal oldja meg a feladatot. A logikai módszert egyáltalán nem használják a hallgatók.

Összességében elmondhatjuk, hogy Magyarországon végzett felmérések mindegyikében a tanulók az algoritmikus módszereket, a mól-módszert, a hármasszabályt és a kevert módszert alkalmazzák a vegyületek összetételével kapcsolatos számítások során. Megállapíthatjuk, hogy bár előfordul a logikai módszer is, de – a német tapasztalatokkal ellentétben – nem ez a jellemző.

A kutatás célja

Célunk az volt, hogy az említett mérések után egy nagymintás, több iskolatípusban tanuló diákokat felölelő vizsgálatot is végezzünk. A feladatlapok kiosztásánál törekedtünk arra, hogy lehetőleg az egész ország területét lefedjük. Az új és a korábbi eredmények összehasonlítása mellett célul tűztük ki, hogy a kvalitatív és klasszikus statisztikai elemzéseken kívül a tudás szerveződését feltáró módszerrel is bővítsük, illetve alátámasszuk eredményeinket.

A kutatás során a következő kérdésekre kerestük a választ:

1. Hogyan teljesítenek a diákok az egész feladatlapot, illetve az egyes feladatokat vizsgálva?
2. Van-e szignifikáns különbség a diákok teljesítményében az évfolyamok között?
3. Saját stratégiát vagy az iskolában tanult algoritmusokat alkalmazzák-e a tanulók a sikeres feladatmegoldás érdekében?

4. Különbözik-e az egyes megoldási módszereket használó tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezete?

A vizsgálat körülményei

A vizsgálat alanyai

Az adatokat a 2005-2006-os tanévben, az ország 20 különböző településén lévő 42 általános és középiskolából gyűjtöttük. A feladatmegoldásban 1058 fő 7-10. évfolyamos diák vett részt (166 hetedikes, 201 nyolcadikos, 349 kilencedikes és 342 tízedikes tanuló).

A vizsgálat eszközei

Felmérésünkhöz általunk készített nyílt végű feladatokat tartalmazó írásbeli tesztet használtunk, amelyen szerepelt az a két összetett feladat, amelyeket a korábban említett vizsgálatokban az egyetemi hallgatók és a középiskolások is megoldottak. Mindezt kiegészítettük az összetett feladatok részlépése alapján készített példákkal. A feladatlapokat a szaktanár felügyelete mellett normál tanítási órán töltötték ki a tanulók. Háttérváltozóként kértük a tanulók nemét, évfolyamát, iskolatípusát, utolsó félévi matematika és kémia osztályzatát.

A felmérés 9 feladatból, 2 összetett és 7 egyszerű számítási feladatból áll. Mindkét összetett feladat (1. és 2. feladat) tárgya egy két összetevőből álló vegyületben az egyik alkotó elem tömegének kiszámolása. Az első példában a vegyületet alkotó elemek tömegaránya 1:1, a másodikban 3:2. Ezen feladatokban a kétkomponensű vegyület egyik alkotójának tömegét kellett meghatározni tetszőleges megoldási módszerrel. A két összetett feladat (1. és 2. feladat) volt az indikátorfeladat, amelyek megoldási módszere alapján tanulócsoporthoz (almintákhoz) képeztünk. Az egyszerű feladatok (3-9. feladat) a lehetséges megoldási stratégiák (mól-módszer, hármasszabály, kevert módszer, logikai út) elemi lépéseivel kapcsolatosak. Ezeket az egyes megoldási módszerek bemutatásánál részletezzük.

A felmérőlap a következő feladatokat tartalmazza:

1. Hány gramm szén található 96,0 g MgC_2 -ban, ha a magnézium moláris tömege 24,0 g/mol és a szén moláris tömege 12,0 g/mol?

2. Hány gramm lítium található 70,0 g Li_3N -ben, ha a lítium moláris tömege 7,00 g/mol és a nitrogén moláris tömege 14,0 g/mol?
3. Egy oxigéntartalmú vegyület 53,0 grammja 24,0 g oxigént tartalmaz. Hány gramm oxigén van a vegyület 159 grammjában?
4. Egy vegyületet alkotó elemek moláris tömegének aránya 2 : 1. A vegyületben az alkotó elemek anyagmennyiségének aránya 1 : 2. Mennyi az alkotó elemek tömegaránya a vegyületben?
5. Mekkora az anyagmennyisége annak a 20,0 g tömegű vegyületnek, amelynek moláris tömege 40 g/mol?
6. Egy vegyületben az alkotó elemek tömegaránya 2 : 3. Hány grammot tartalmaz a vegyület 150 grammja az alkotó elemekből?
7. Mekkora anyagmennyiségű hidrogénatom található 3,00 mol kénsavmolekulában (H_2SO_4)?
8. Egy vegyületet alkotó elemek moláris tömegének aránya 3 : 1. A vegyületben az alkotó elemek anyagmennyiségének aránya 1 : 2. Mennyi az alkotó elemek tömegaránya a vegyületben?
9. Egy vegyületben az alkotó elemek tömegaránya 1 : 1. Hány grammot tartalmaz a vegyület 120 grammja az alkotó elemekből?

Megoldási módszerek

A feladatmegoldó stratégiákat a felmérésben szereplő az egyik összetett, indikátorfeladat (1. feladat) megoldása kapcsán mutatjuk be.

Hány gramm szén található 96,0 g MgC_2 -ban, ha a magnézium moláris tömege 24,0 g/mol és a szén moláris tömege 12,0 g/mol?

Mól-módszer

1. lépés: a vegyület moláris tömegének kiszámítása:

$$M(\text{MgC}_2) = 48,0 \text{ g/mol}$$

2. lépés: a vegyület anyagmennyiségének kiszámítása:

$$n(\text{MgC}_2) = 96,0 \text{ g} : (48,0 \text{ g/mol}) = 2,00 \text{ mol}$$

3. lépés: kiszámítjuk annak az alkotó elemnek az anyagmennyiségét, amelynek a tömegére kíváncsiak vagyunk:

$$n(\text{C}) = 2 \cdot n(\text{MgC}_2) = 2 \cdot 2,00 \text{ mol} = 4,00 \text{ mol}$$

4. lépés: az alkotó elem tömegének kiszámítása:

$$m(\text{C}) = 4,00 \text{ mol} \cdot (12,0 \text{ g/mol}) = 48,0 \text{ g}$$

A módszer lépéseinek megfelelő feladatok a felmérőlapon:

2. lépés – 5. feladat: m (vegyület) $\rightarrow n$ (vegyület)
3. lépés – 7. feladat: n (vegyület) $\rightarrow n$ (alkotó elem)
4. lépés – 5. feladat: m (vegyület) $\rightarrow n$ (vegyület)

Hármasszabály

1. lépés: a vegyület moláris tömegének kiszámítása:

$$M(\text{MgC}_2) = 48,0 \text{ g/mol}$$

2. lépés: a moláris tömegek és a tömegek közötti egyenes arányosság felírása:

$$\begin{aligned} M(\text{MgC}_2) : 2 M(\text{C}) &= m(\text{MgC}_2) : m(\text{C}) \\ (48,0 \text{ g/mol}) : (2 \cdot 12,0 \text{ g/mol}) &= 96,0 \text{ g} : m(\text{C}) \end{aligned}$$

3. lépés: a keresett tömeg kiszámítása:

$$m(\text{C}) = 96,0 \text{ g} \cdot (2 \cdot 12,0 \text{ g/mol}) : (48,0 \text{ g/mol}) = 48,0 \text{ g}$$

A módszer lépéseinek megfelelő feladatok a felmérőlapon:

2. lépés – 3. feladat: m (vegyület) $\rightarrow m$ (alkotó elem)
3. lépés – 7. feladat: n (vegyület) $\rightarrow n$ (alkotó elem)

Kevert módszer: mól-módszer és hármasszabály kombinálása

1. lépés: a vegyület moláris tömegének kiszámítása:

$$M(\text{MgC}_2) = 48,0 \text{ g/mol}$$

2. lépés: a vegyület anyagmennyiségének kiszámítása:

$$n(\text{MgC}_2) = 96,0 \text{ g} : (48,0 \text{ g/mol}) = 2,00 \text{ mol}$$

3. lépés: kiszámítjuk annak az alkotó elemnek a tömegét 1 mol vegyületre nézve, amelynek a tömegére kíváncsiak vagyunk:

$$m(\text{C}) = 2,00 \text{ mol} \cdot 12,0 \text{ g/mol} = 24,0 \text{ g}$$

4. lépés: a vegyület anyagmennyisége és a keresett elem tömege közötti egyenes arányosság felírása:

$$\begin{aligned} n(1\text{MgC}_2) : m(2\text{C}) &= n(\text{MgC}_2) : m(\text{C}) \\ 1 \text{ mol} : (2 \cdot 12,0 \text{ g/mol}) &= 2,00 \text{ mol} : m(\text{C}) \end{aligned}$$

5. lépés: a keresett tömeg kiszámítása:

$$m(\text{C}) = 2,00 \text{ mol} \cdot (2 \cdot 12,0 \text{ g/mol}) : 1 \text{ mol} = 48,0 \text{ g}$$

A módszer lépéseinek megfelelő feladatok a felmérőlapon:

2. lépés – 5. feladat: m (vegyület) $\rightarrow n$ (vegyület)

3. és 4. lépés – 7. feladat: n (vegyület) $\rightarrow n$ (alkotó elem)

3. feladat: m (vegyület) $\rightarrow m$ (alkotó elem)

5. lépés – 5. feladat: m (vegyület) $\rightarrow n$ (vegyület)

Logikai módszer

1. lépés: a moláris tömegek arányának felírása:

$$M(\text{Mg}) : M(\text{C}) = 24 : 12$$

2. lépés: megadjuk a tömegek arányát, a moláris tömegek illetve az anyagmennyiségek arányainak segítségével:

$$M(\text{Mg}) : M(\text{C}) = 2 : 1$$

$$n(\text{Mg}) : n(\text{C}) = 1 : 2$$

$$\text{ezért } m(\text{Mg}) : m(\text{C}) = 1 : 1$$

3. lépés: a tömegek arányának megfelelően felbontjuk a vegyület tömegét:

$$96,0 \text{ g MgC}_2 = 48,0 \text{ g Mg} + 48,0 \text{ g C}$$

A módszer lépéseinek megfelelő feladatok a felmérőlapon:

2. lépés – 4. valamint 8. feladat: m (egyik alkotó elem) : m (másik alkotó elem)

3. lépés – 6. valamint 9. feladat: m (vegyület) : m (alkotó elemek)

Dimenzióanalízis

$$x \text{ g C} = (96,0 \text{ g MgC}_2) \cdot [(1 \text{ mol MgC}_2) / (48,0 \text{ g/mol})] \cdot [(2,00 \text{ mol C}) / (1,00 \text{ mol MgC}_2)] \cdot [(12,0 \text{ g C} / (1,00 \text{ mol C}))] = 48,0 \text{ g C}$$

Értékelési módszerek

Az adatok elemzését három szinten végeztük el. A kvalitatív elemzés során elsősorban a megoldási módszerek azonosítására helyeztük a hangsúlyt. Az eredmények statisztikai elemzésével a különböző összetételű csoportok közötti különbségeket (varianciaanalízis, χ^2 -próba) vizsgáltuk. Az eredmények strukturális elemzésével megállapítottuk és összehasonlítottuk az egyes megoldási stratégiával dolgozó tanulók tudásszerkezetét. Ezt a tudástérelmélet segítségével

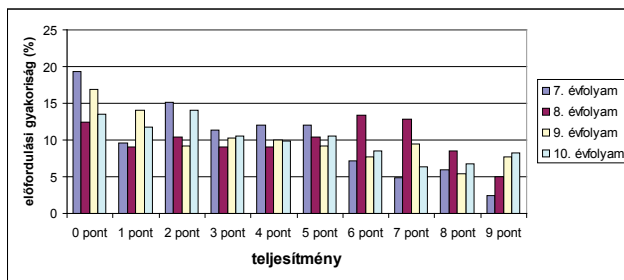
tettük meg. A tudástérelméletről és alkalmazásáról bővebb leírás olvasható *Taagepera és munkatársai (1997)* cikkében, valamint *Tóth Zoltán* tanulmányában (2005) és könyvében (2012).

Eredmények és értékelésük

A feladatok megoldása során kapott válaszok értékelése

A feladatlapok beérkezése után az értékelést kétfokú skálán (0, 1) végeztük. 0 pontot kapott a diák akkor, ha nem írt semmit a feladathoz, vagy ha a megoldása rossz volt. Minden feladat esetén 1 pontra értékeltük a tanuló jó megoldását a feladatok nehézségétől függetlenül. Így a 9 feladatot tartalmazó feladatlap esetén ez tanuló maximum 9 pontot érhetett el.

Általánosan elmondható, hogy az életkor előrehaladtával több azon tanulók száma, akik minden feladatot ki tudtak számolni, igaz, ez a diákok csak kis százaléka (2-8%). (1. ábra) Sajnos minden évfolyamon sok olyan tanuló van, aki egyetlen feladatot sem tudott megoldani, igaz 8. és 10. évfolyamon ez kevesebb, de átlagosan még így is 15%. A 8. és 9. évfolyamon kiegyenlítettebb a tanulói teljesítmény.

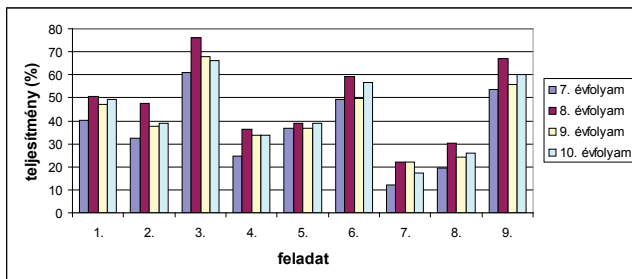


1. ábra: A tanulók teljesítményének megoszlása az egész feladatlapra

A 9 különböző feladatban elért eredmények 10-80% között oszlanak meg az egyes évfolyamokon (2. ábra). A tanulók a 3. feladat esetén voltak a legsikeresebbek (60-75%), itt csak a vegyület tömege és az alkotó elem tömege között kell egyszerű aránypárt felírni. Jó eredményt értek el a 6. és 9. feladatban is, amelyben a vegyület tömegéből és az alkotó elemek tömegarányából kell kiszámolni az egyes alkotók tömegét. A 7. feladat bizonyult a legnehezebbnek (20%). Ebben a feladatban azonban nem az anyagmennyiség kiszámolása

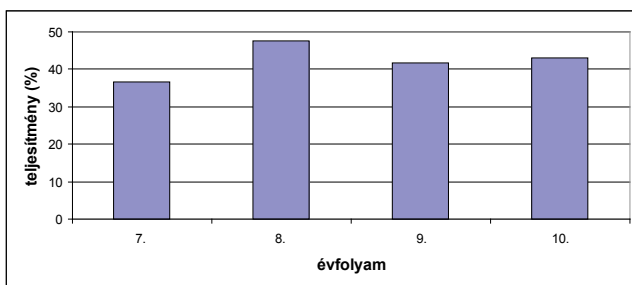
fontos tömegből és moláris tömegből, hanem az anyagmennyiségnek, mint fogalomnak a megértése is szükséges. Itt már a vegyület anyagmennyiségéből az egyik alkotó elem anyagmennyiségét kell megmondani, azaz két anyagmennyiség között kell kapcsolatot teremteni. Ez a tanulók nagy részének nehézséget okoz, ráadásul nem biztos, hogy tisztában vannak az anyagmennyiség mértékegységével, így nem tudják, hogy a választ mólban kell megadni. Különösen problémát okoz ez a 7. osztályos tanulóknak, akik csak az év végén találkoznak először ezzel a fogalommal. A diagramon látható, hogy az 1. és a 2. feladat, amely a két összetett feladat, a negyedik illetve az ötödik helyet foglalja el. E kettő közül az 1. feladatot oldották meg eredményesebben, amelyben az alkotó elemek tömegaránya 1:1. A 2. feladat kicsit bonyolultabb, mert abban a tömegarány 3:2. Minden évfolyamon ettől nehezebb volt a diákok számára a 4. és a 8. feladat. Ezekben a feladatokban az alkotó elemek moláris tömegének arányából és anyagmennyiség-arányából az alkotó elemek tömegarányát kell megadni. Itt szintén az anyagmennyiség fogalma kerül elő.

Az egyes feladatok eredményességét az évfolyamok esetén összehasonlítva megállapítható, hogy hetedik évfolyamon teljesítenek leggyengébben a tanulók. Minden feladatnál a nyolcadik évfolyamon a legeredményesebbek a tanulók. Utána kisebb-nagyobb visszaesés tapasztalható a kilencedik és a tízedik évfolyamokon, de ezen a két évfolyamon jelentős változás már nem tapasztalható. Ezek a különbségek a legtöbb feladatnál szignifikánsan is kimutathatók. Meg kell jegyezni, hogy az 5. feladat esetén az egyes évfolyamokra járó diákok közel egyformán teljesítenek. Ebben a feladatban a vegyület anyagmennyiségét kell kiszámolni a vegyület tömegéből és moláris tömegéből. Ez az az összefüggés, amit a tanulók gyakorlatilag először megtanulnak, és szinte minden feladattípusban alkalmazzák, így mechanikusan rögzül.



2. ábra: A tanulók egyes feladatok esetén elért teljesítménye

A feladatlapokat kielemezve azt tapasztaltuk, hogy a diákok 40-50%-a oldotta meg helyesen a feladatokat (3. ábra). A nyolcadik évfolyamon szignifikánsan jobban teljesítettek a tanulók, mint a hetedik évfolyamon, utána visszaesés tapasztalható. Valószínűleg azért, mert ezen az évfolyamon a legjellemzőbb a különböző összefüggések tanítása és a számolási feladatok megoldása. Más évfolyamok között szignifikáns különbség nem mutatható ki.



3. ábra: A tanulók teljesítménye az egyes évfolyamok esetén

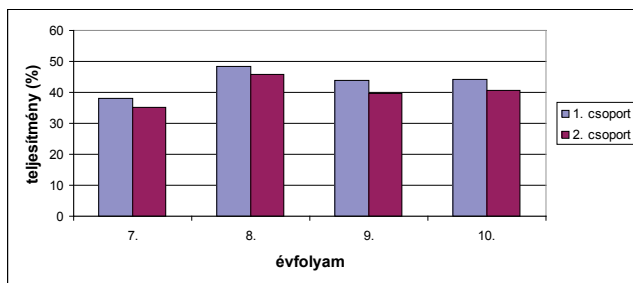
A felmérőlap összekeverve tartalmazza a két összetett feladat egyes részlépéseit lefedő feladatokat, ezért úgy gondoltuk érdemes olyan összehasonlítást is végezni, amelyben csak azokat a feladatokat vizsgáljuk, amelyek szorosan az adott összetett feladathoz tartoznak. Így a feladatokból két csoportot képeztünk. Ezekbe az alábbi példák tartoznak.

1. csoport: 1., 3., 4., 5., 7. és 9. feladat

2. csoport: 2., 3., 5., 6., 7. és 8. feladat

Természetesen vannak közöttük azonos feladatok is, amelyek mindkét csoportban szerepelnek. Az eltérő feladatok is egyforma jellegűek, csak a benne lévő számadatok miatt a tanulók számára könnyebbek vagy nehezebbek lehetnek. A 4. és 8. feladatok, valamint a 6. és 9. feladatok azonos jellegűek.

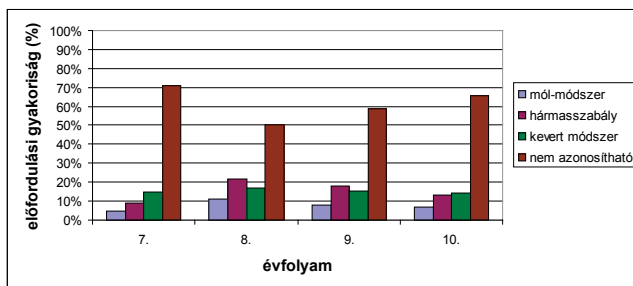
A 7. és a 8. évfolyamon a tanulók teljesítménye között mindkét csoport esetén szignifikáns különbség van (4. ábra). A 8. évfolyamon tanulók szignifikánsan jobban teljesítettek. Más évfolyamok között ez nem mutatható ki. A 9. és 10. osztályos diákok eredményessége közel egyforma. Az 1. csoportba lévő „könnyebb” feladatokat sikeresebben oldják meg a tanulók. A „nehezebb” feladatokat tartalmazó 2. csoportban is csak néhány százalékkal (kb. 3%) teljesítenek gyengébben a tanulók, ez nem szignifikáns különbség. χ^2 -próbával megállapítottuk, hogy az összetett feladat nehézsége nem befolyásolja a sikerességet.



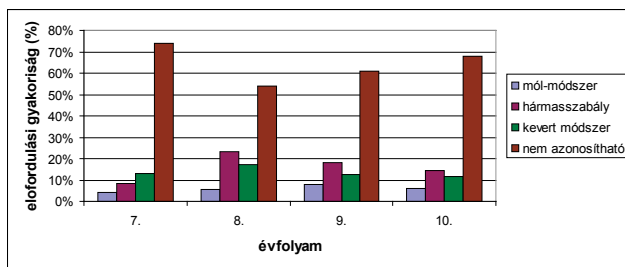
4. ábra: A tanulók teljesítménye a két csoportban az egyes évfolyamok esetén

A megírt feladatlapok beérkezése után egyik fontos feladatunk az volt, hogy azonosítsuk a két összetett feladat során alkalmazott megoldási módszereket. Mindkét csoport esetén (5. és 6. ábra) a tanulók a két összetett feladat megoldásához három módszert használnak a korábban bemutatott öt stratégia közül: mól-módszert, hármasszabályt és kevert módszert. Az azonosítható megoldási stratégiákat csak nagyon kis százalékban alkalmazzák. A tanulók létszámát tekintve a mól-módszert 5-10%-a, a hármasszabályt 8-22%-a, a kevert módszert 10-20%-a használja. A 8. évfolyam kiemelkedik abból a szempontból, hogy ott a tanulók összesen fele választja az azonosítható megoldási

módszerek valamelyikét. Nagyon sok azon diákok száma, 50-75%, akik nem azonosítható eljárást használnak, vagy semmilyen megoldási módszerrel sem próbálkoznak. Az alkalmazott módszer megválasztása független a feladat jellegétől. A megoldási módszerek megválasztásában nagy szerepe lehet annak, hogy a tankönyvekben melyik stratégia kerül bemutatásra. A 34 magyar tankönyvcsalád közül 24 kémia tankönyv tárgyalja a sztöchiometriai feladatok megoldását. 11 tankönyv a mól-módszert, 3 tankönyv a hármasszabályt, és 10 tankönyv mindkét stratégiát bemutatja. Természetesen az is meghatározó lehet a stratégiaválasztásban, hogy a tanítás során a tanár melyik módszerre irányítja a tanulók figyelmét, erre azonban konkrét információink nincsenek.



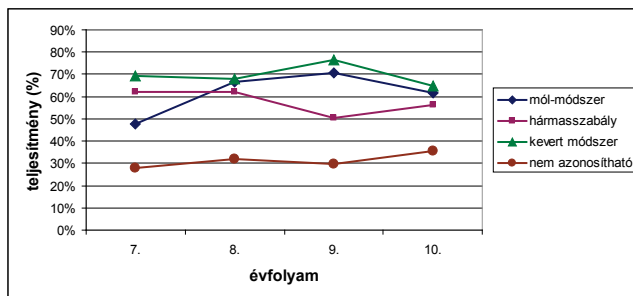
5. ábra: Megoldási módszerek előfordulási gyakorisága az 1. feladatban



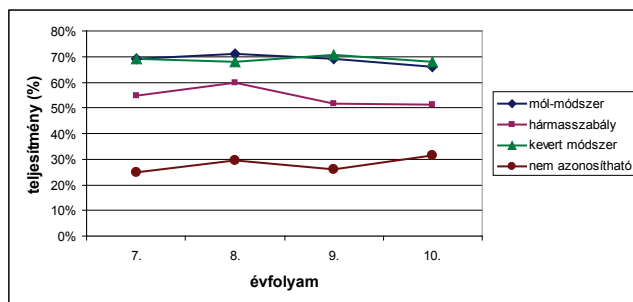
6. ábra: Megoldási módszerek előfordulási gyakorisága az 2. feladatban

Bár az azonosítható megoldási módszereket a tanulók csak kis része használja, mégis 70% körüli eredményességgel oldják meg a feladatokat az egyes csoportokat vizsgálva (7. és 8. ábra). A diákok a mól-módszert és a kevert módszert használják a két összetett feladat

megoldásához és szinte egyforma eredményességgel dolgoznak. Jó teljesítményt érnek el azok a tanulók is (50-60%), akik a hármasszabályt választják az egyes összetett feladatok megoldásához. Általánosságban elmondható, hogy a teljesítmények tekintetében a 8. osztályos tanulók jobban teljesítenek, utána visszaesés tapasztalható, de szignifikáns különbség nem mutatható ki. A nem azonosítható megoldási módszert használók 30% körüli eredményt érnek el minden évfolyamon.



7. ábra: Az egyes megoldási módszerek esetén elért teljesítmény az 1. feladatcsoport esetén



8. ábra: Az egyes megoldási módszerek esetén elért teljesítmény a 2. feladatcsoport esetén

Jellemző tudásszerkezetek meghatározása

Az előző részben bemutatott eredmények már sok információval szolgálnak, de még pontosabb képet kaphatunk a tanulók tudásáról, ha a szerkezeti elemzést is elvégezzük. Így feltérképezzük az egyes tudáselemek kapcsolatát a tanulók gondolkodásmódjában. Ebben a

részben az így kapott jellemző tudásszerkezeteket, ún. Hasse-diagramokat mutatjuk be. A következő ábrákon feltüntetett tudásszerkezeteken a különböző feladatok, ez egyes tudáselemek közötti kapcsolatok láthatók. A Hasse-diagramok az egyes feladatok egymásra épültségét, hierarchikus rendszerét mutatják.

A jellemző tudásszerkezeteket a már korábban ismertetett 1. és 2. feladatcsoport feladatai esetén vizsgáltuk. Fontosnak tartottuk annak megismerését, hogyan kapcsolódnak az egyes tudáselemek az összetett feladat kiszámolására különböző megoldási módszert alkalmazó tanulók gondolatmenetében. Mindkét csoport esetén az egyes megoldási eljárást használók tudásszerkezete hasonló. A megoldási módszerekre jellemző tudásszerkezeteket együtt elemezzük a két csoport esetén.

A mól-módszert alkalmazó tanulók esetén két jellemző tudásszerkezet írható fel (9. és 10. ábra). Mindkét szerkezetben az összetett feladat (1. és 2. feladat) teljesen elkülönül a többi feladattól. Az összetett feladat és ez egyszerű feladatok, részlépések között semmilyen kapcsolat nincs. A részlépések a következőképpen épülnek egymásra. A tanulók számára legkönnyebbnek számító 3. feladat, és a 6. valamint a 9. feladat helyezkedik el a szerkezetben legalul, amelyekben a vegyület tömege és az alkotó elem tömege között kell egyenes arányosságot felírni. A tanulók ezekre építik azokat a feladatokat (4. valamint 8. feladat, 5. és 7. feladat) amelyekben a mól fogalma előkerül, illetve amelyekben már mindenképpen szükséges anyagmennyiséggel számolni. Ez a három feladat a szerkezetben gyakorlatilag elkülönül egymástól.

A hármasszabállyal és a kevert módszerrel számoló tanulók tudásszerkezete részben különbözik a mól-módszert használókétól. Mindkét eljárást alkalmazók esetén megfigyelhető, hogy az összetett feladat beépül a tudásszerkezetbe és kizárólag az egyenes arányosság ismeretét igényli a vegyület tömege és az alkotó elem tömege között. Ha a két módszer megoldási lépéseit figyelembe vesszük, akkor ezt várjuk, hiszen ezen stratégiák esetén az egyenes arányosság a meghatározó tudáselem. Ezekben a szerkezetekben, főleg a kevert módszert tekintve még inkább elkülönülnek a mól-módszerhez tartozó feladatok (4. valamint 8. feladat, 5. és 7. feladat). Egyes szerkezetekbe az 5. feladat be sem épül.



mól-módszer



hármasszabály



kevert módszer



nem azonosítható

9. ábra: A különböző megoldási módszereket alkalmazó tanulók jellemző tudásszerkezetei az 1. feladatcsoport esetén



mól-módszer



hármasszabály



kevert módszer



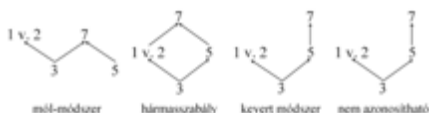
nem azonosítható

10. ábra: A különböző megoldási módszereket alkalmazó tanulók jellemző tudásszerkezetei az 2. feladatcsoport esetén

A bemutatott Hasse-diagramok alátámasztják, hogy a különböző megoldási módszert használó tanulók tudásszerkezete különbözik.

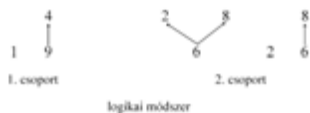
Az előzőekben bemutatott, hogy a két feladatcsoport tudásszerkezetei hasonlóak. Korábban ismertettük, hogy a tanulók stratégiaválasztását nem befolyásolják az összetett feladatokban eltérő tömegarányok, stratégiaváltás nem történik a két összetett feladat megoldása során, amelyeket a statisztikai adatok is alátámasztanak. Így a következőkben a két összetett feladatot együtt kezeljük és az összetett feladatot,

valamint azok közös feladatait (3., 5. és 7. feladat) vizsgáljuk. A 3., 5. és 7. feladatokat azért tettük egy csoportba, mert, a 3. feladat aránypárral, míg az 5. és 7. feladat aránypárral és képlettel is megoldható. A mól-módszerben képlettel történő, míg a hármasszabályban az aránypárral, a kevert módszerben mindkettővel való számolás szerepel. A közös feladatok (3., 5. és 7. feladat) esetén mindegyik Hasse-diagramról elmondható, hogy legkönnyebb feladatnak az egyenes arányosság felírását tartalmazó 3. feladat bizonyult. A tanulók számára a legnehezebb a 7. feladat volt. Az összetett feladatok nem a hierarchia csúcsán helyezkednek el. A négy csoport jellemző tudásszerkezetében kis különbségek vannak, a feladatok közötti kapcsolat gyakorlatilag egyforma. Mindegyik módszer esetén a diákoknak az összetett feladatok megoldásának alapját csak az egyenes arányosság képezte, más ismeret nem szükséges számukra a komplex feladat kiszámolásához. Úgy tűnik, hogy az összetett feladat megoldása nem igényli az 5. és a 7. feladat sikeres megoldását.



11. ábra: Az 1. és 2. feladatcsoport azonos feladataira jellemző tudásszerkezetek az egyes megoldási módszerek esetén

Az 1. és 2. feladatcsoport különböző feladatait is fontosnak tartottuk elemezni, mert csak így tudjuk a tanulók logikai gondolkodását megvizsgálni. Ezek azok a feladatok, amelyek eltérő számadatokat tartalmaznak, de ugyanolyan jellegű példák és a logikai módszer részlépéseit fedik le. Más lehetőségünk nem adódott, mert a diákok nem választották az összetett feladatok megoldáshoz a logikai eljárást. A logikai út vizsgálata során ugyanazok a Hasse-diagramok írhatók fel mindkét csoportra. A két részelem (4. és 9. feladat valamint 6. és 8. feladat) izolálódik az összetett feladattól. Illetve a 2. csoportban az egyik jellemző tudásszerkezetben az összetett feladat csak a 6. feladatra épül, amely a vegyület tömegét és a vegyületet alkotó elemek tömegarányát tartalmazza.



12. ábra: Az 1. és 2. feladatcsoport különböző feladataira jellemző tudásszerkezetek az egyes megoldási módszerek esetén

A megoldási stratégiákra jellemző tudásszerkezetek arra utalnak, hogy az összetett feladatok megoldási módszereit a tanulók többsége csak algoritmusként használja és nem társul hozzá azok fogalmi megértése, vagy pedig esetükben az összetett feladat megoldása nem igényli valamennyi részismeret mozgósítását.

Következtetések

1. A tanulók csak kis százaléka ért el maximális pontot a feladatlap megírása során, bár ez az életkor előrehaladtával növekszik. Minden évfolyamon sok olyan diák van, aki egyetlen feladatot sem tudott kiszámolni. Az egyszerűbbnek tűnő feladatok olykor több problémát okoztak, a nehéz, összetett feladatokat könnyebben megoldották.

2. A felmérőlap egészét tekintve a diákok 40-50%-os sikerességgel dolgoztak. A hetedik és a nyolcadik évfolyamon a tanulók teljesítménye között szignifikáns különbség van. Más évfolyamok között ez nem mutatható ki. Kilencedik és tizedik évfolyamokon visszaesés tapasztalható.

3. A tanulóknak kb. 40%-a alkalmaz valamilyen jól azonosítható megoldási módszert az összetett feladatok megoldásában. A vegyületek összetételének meghatározásához az öt feladatmegoldó stratégia közül csak az iskolában tanult algoritmusokat használják az összetett feladatok megoldásához. A mól-módszert, a hármasszabályt és a kevert módszert alkalmazzák közel hasonló arányban. A logikai eljárás nem kerül elő.

Az alkalmazott megoldási módszer megválasztása független az összetett feladat jellegétől, azaz, hogy 1:1, vagy 3:2 tömegarányban tartalmazza a kétkomponensű vegyület az alkotó elemeket.

Évfolyamokra lebontva az egyes megoldási stratégiákat alkalmazók teljesítménye 60-70%. A teljesítmények között az egyes évfolyamokat vizsgálva szignifikáns különbség nincs. A legjobb eredményt a mól-

módszerrel és kevert módszerrel érték el a tanulók. Azok a tanulók, akik az összetett feladatot nem oldották meg, vagy nem azonosítható megoldási módszerrel próbálkoztak, jóval gyengébb teljesítményt értek el (30%), mint azok, akik valamilyen jól azonosítható megoldási módszert használtak (55-70%).

Az összetett feladatok sikeressége sem függ attól, hogy a tanuló milyen megoldási eljárással számolt.

4. Az 1. és 2. feladatcsoport esetén is a különböző, jól azonosítható megoldási módszerrel (mól-módszer, hármasszabály, kevert módszer) dolgozó tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezete különbözik. Mindegyikben azonban alapvető az egyenes arányosság, mint tudáselem ismerete. A tudásszerkezetben az összetett feladat csupán az egyenes arányosságra épül. A mól-módszerrel dolgozóknál az összetett feladat és a többi feladat között nincs kapcsolat.

A két csoport közös feladatait vizsgálva a három különböző megoldási módszert (mól-módszer, hármasszabály, kevert módszer) alkalmazó tanulócsoporthoz jellemző tudásszerkezetében kis különbségek vannak, a feladatok közötti kapcsolat gyakorlatilag egyforma. Mindegyik eljárás esetén a diákoknak az összetett feladatok megoldásának alapjául csak az egyenes arányosság szolgál, más ismeret nem szükséges számukra a komplex feladat kiszámolásához.

Felhasznált irodalom

Pocsainé V. E. (2005): A 9-12. osztályos tanulók feladatmegoldó stratégiái egyszerű sztöchiometriai problémákra. Szakvizsgára felkészítő továbbképzés záródolgozata, Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen

Schmidt H-J. (1990): Secondary school students' strategies in stoichiometry. *International Journal of Science Education*, 12, 457-471. oldal

Schmidt H-J. (1994): Stoichiometric problem solving in high school chemistry. *International Journal of Sciences Education*, 16. évfolyam, 2. szám, 191-200. oldal

Schmidt H-J. (1997): An alternate path to stoichiometric problem solving. *Research in Science Education*, 27. évfolyam, 2. szám, 237-249. oldal

Schmidt H-J., Jignéus C. (2003): Student' strategies in solving algorithmic stoichiometry problems. Chemistry Education: Research and Practice, 4. évfolyam, 4. szám, 305-317. oldal

Sebestyén A., Tóth Z. (2006): Egyetemi hallgatók feladatmegoldó stratégiái a vegyületek összetételével kapcsolatos számításokban, XXII. Kémia tanári Konferenciára, Veszprém, Előadás-összefoglalók: 99. oldal

Tóth Z. (2000): Kémiai számítások dimenzióanalízissel. A Kémia Tanítása, 8. évfolyam, 1. szám, 23-25. oldal

Tóth Z. (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástér-elmélet alapján. Magyar Pedagógia, 105. évfolyam, 1. szám, 59-82. oldal

Tóth, Z. (2012): Alkalmazott tudástérelmélet. Gondolat Kiadó, Budapest, 19-37. oldal

Tóth Z., Kiss E. (2004): Középiskolás tanulók feladatmegoldó stratégiái egyszerű sztöchiometriai problémákra. A Kémia Tanítása, XII. évfolyam, 1. szám, 7-11. oldal

Tóth Z., Kiss E. (2005): Hungarian secondary school students' strategies in solving stoichiometric problems. Journal of Science Education, 1. szám, 59-82. oldal

A kutatás az OTKA (K-105262) támogatásával készült.

Átadták a Rátz Tanár Úr-életműdíjakat

2014. november 27-én a Magyar Tudományos Akadémián adták át az idei Rátz Tanár Úr-életműdíjakat. Az Ericsson Magyarország, a Graphisoft és a Richter Gedeon Nyrt. által létrehozott Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért 2001 óta ítéli oda az életműdíjat, amely mára a hazai természettudományos oktatás, és egyben a közoktatás egyik legrangosabb elismerésére lett.

A személyenként 1,5 millió forintos Rátz Tanár Úr-életműdíjat évente két-két matematika, fizika, kémia és 2005 óta két biológia szakos tanárnak ítélik oda, akik kimagasló szerepet töltenek be tárgyük népszerűsítésében és a fiatal tehetségek gondozásában. A három vállalat ezzel a díjjal járul hozzá a magyarországi természet-tudományos oktatásban végzett tanári munka rangjának, erkölcsi és anyagi megbecsülésének növeléséhez.

„Hogy ne csak a világhírű tudósok, hanem tanáraik nevét is ismerjük...” – így szól a Rátz Tanár Úr-életműdíj mottója. Mikor világhírű, magyar származású tudósainkkal büszkélkedünk, kevés szó esik tanáraikról. Rátz tanár úr a legendás Fasori Gimnázium tanára volt és többek között Neumann Jánost és Wigner Jenőt is tanította. Az alapítvány az ő nevét választotta, hogy adózzon nagy múltú és kiváló oktatási kultúránk előtt és méltányolja azon pedagógusainkat, akik ma is áldozatos szakmai munkájukkal és kiemelkedő eredménnyel képzik a jövő tehetségeit.

2014. díjazott tanárai

Dr. Tóth Eszter (fizika)

Zátonyi Sándor (fizika)

Kubátov Antal (matematika)

Békefi Zsuzsa (matematika)

Dr. Szalainé Tóth Tünde (biológia)

Dr. Kánitz József (biológia)

Dr. Böddiné dr. Schróth Ágnes (kémia)

Endrész Gyöngyi (kémia)

Az idei év kémiatanár díjazottjai

Dr. Böddiné dr. Schróth Ágnes a Budakeszi Általános Iskola és Gimnáziumban kezdte biológia-kémia szakos tanári pályáját, majd 1981-től az ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola kémia szakvezető tanára és igazgatóhelyettese. 2001-től megbízott előadóként részt vállal az ELTE TTK Környezettudományi Intézetében a környezettan szakmódszertan oktatásában.



Szakmai tevékenysége igen sokrétű. Tehetség-gondozó munkája kiemelkedő. Eredményes szakmai munkáját dicséri tanítványainak előkelő helyezése a legkülönbözőbb tanulmányi versenyeken. Szívégyének érzi a természettudományi tehetséggondozó pályázati projektek vezetőjeként a tehetséges tanulók felkarolását. A kémia tárgy iránti elhivatottságát sikerült átadnia diákjainak is, akik közül többen orvosi, gyógyszerészi, vegyész, kémiatanári pályát választották élethivatásuknak.

Rendszeresen publikál, nagyszámú írása jelent meg környezetvédelemmel, környezetvédelmi neveléssel kapcsolatban. Készített kémia kerettantervet, módszertani segédanyagokat pedagógusok számára.

Több évtizede magas színvonalon fejleszti, koordinálja a tanár szakos hallgatók gyakorlóiskolai munkáját. Rendszeresen részt vesz a közoktatás kémia tantárgyi tartalmainak fejlesztésében. Emelt szintű érettségi bizottságok tagjait készíti fel vizsgáztatói feladatokra, miközben maga is aktívan részt vesz e bizottságok munkájában javítóként, javításvezetőként, bizottsági tagként és elnökként. Emellett pedagógus továbbképzések rendszeres előadója, szervezője. Aktív tagja a Magyar Környezeti Nevelők Egyesületének és a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztályának. Az ELTE Közoktatási Bizottságának elnöke.

Dr. Böddiné dr. Schróth Ágnes közel négy évtizede magas színvonalon, a tantárgy, a tanítás és nevelés iránti elkötelezettséggel végzi munkáját, neveli tanítványait és a pedagógusok jövő nemzedékét. Empatikus, nyílt, és határozott egyénisége, szakmai és emberi életútja alapján méltó jutalma a Rátz Tanár Úr Életműdíj.

Endrész Gyöngyi 1985 óta tanít kémiát a miskolci Földes Ferenc Gimnáziumban. Munkaközösség-vezetőként a kémia tagozat legmeghatározóbb tanáregyénisége.



Meghatározó szerepe van abban, hogy iskolájában magas színvonalú kémia tehetséggondozó műhely működik. Egyike az ország versenyeztetésben legeredményesebb kémia-tanárainak, nagyszámú hazai szaktárgyi versenyen elért eredményei mellett négy olimpikon tanítványa összesen öt érmet szerzett eddig a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiákon.

Tesztgyűjtemények, érettségi feladatgyűjtemények társszerzője, valamint két kémiatankönyv lektora. Szakértőként dolgozik több országos testületben és bizottságban a kémia tantárggyal kapcsolatos fejlesztő munkák során. A kétszintű érettségi bevezetését megelőzően részt vett az Országos Köznevelési Intézet e témájú kutatási projektjében. Gyakran vállal bemutató órákat, előadásokat a továbbképzéseken. Együttműködik a Miskolci Egyetemmel, ahol bemutatókon, kísérleteken, méréseken és előadásokon vehetnek részt a diákok.

Önzetlenül, hihetetlen odaadással és lelkesedéssel végzi iskolateremtő, tehetséggondozó munkáját. Valódi tanáregyéniség, osztályfőnökként is nagyszerű nevelőmunkát végez. A város és a régió tehetséges diákjainak egész sora tanulta meg tőle a kémia szépségét, a feladatok megoldásának trükkjeit, a kísérletek és mérések elvégzésének következetes és pontos módszereit. Neve mára az egész országban egyet jelent a magas színvonalú kémiaoktatással, tehetséggondozással. Tevékenysége nem korlátozódik saját iskolája diákjaira. Emelt szintű érettségire felkészítő tanfolyamaira több tíz kilométerről is eljárnak, tanítványai országos összehasonlításban is kiemelkedően teljesítenek.

A fentiek alapján Endrész Gyöngyi az eddig elnyert számos díj és kitüntetés után, kitartó, színvonalas és kiemelkedően eredményes munkájával érdemelte ki a Rátz Tanár Úr Életműdíjat.

Bayer: Tudomány egy jobb életért

A Bayer a világ szinte minden táján ismert nemzetközi nagyvállalat. Az emberiség életét leginkább meghatározó területeken – mint például az egészségvédelem, a növényvédelem, vagy a polimer alapú ipari anyagok – folytat sikeres kutatásokat.



A Bayer egészségügyi üzletágának központja Németországban, Leverkuszenben található. Az itt dolgozó kollégák olyan új termékek után kutatnak, amelyek különböző betegségek megelőzésére, felismerésére vagy kezelésére alkalmasak.

A Bayer növényvédelmi ágazatának központja szintén Németországban, Monheimben található. Ez a terület napjainkban világelső a növényvédelem, a kártevőirtás, a növény- és vetőmag-nemesítés kutatása terén.



A Bayer anyagtudományi ága, a világ vezető polimer alapú ipari alapanyagok gyártóinak egyike. A polikarbonát és poliuretán alapanyagok kutatása, fejlesztése mellett, új megoldásokat kínál a festékek, lakkok, vagy ragasztók területén is. Termékeinek legnagyobb felhasználói az autóipar, az építőipar, az elektronika, a sport és szabadidős termékek gyártói, de

ide sorolhatók a csomagolóipar és az egészségügyi berendezések fejlesztői is.

Világszerte elismert, nemzetközi vállalat lévén a Bayer tisztában van társadalmi felelősségével is. Klímavédelmi beruházásai mellett a világon több mint háromszáz szociális jellegű projektet támogat. A Bayer vállalati filozófiájának és stratégiájának alapja a fenntartható fejlődésre való törekvés.

A Bayer vállalat értékeit, küldetését egy mondatban a következőképp foglalhatjuk össze:

„Tudomány egy jobb életért.”

A szám szerzői

Babinszki Bence MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Broda Balázs BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Csenki János Tivadar BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dénes Nóra MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dénesné Dr. Rácz Krisztina oktató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dürvanger Zsolt MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Hegedüs Kristóf BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Kalydi György középiskolai tanár, Krúdy Gyula Gimnázium, Győr

Kánnár Dániel MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Kiss Dóra Judit MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Koltai András MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

MacLean Ildikó középiskolai tanár, BME Két Tanítási Nyelvű
Gimnázium, Budapest

Najbauer Eszter Éva MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Palya Dóra BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Sarka János PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Sebestyén Annamária tanársegéd, DE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Stirling András tudományos tanácsadó, MTA TTK

Dr. Szalay Luca adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Tóth Zoltán docens, DE TTK, Kémiai Intézet

Varga Bence BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Varga Szilárd tudományos munkatárs, MTA TTK

Vörös Tamás PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest